J. Léonard



FLORE ET VÉGÉTATION DU JEBEL UWEINAT (6)

Scripta Botanica Belgica **21**



Le
Jardin botanique national de Belgique
est un institut de recherche
du *Ministère des Classes moyennes et de l'Agriculture,*
Administration Recherche et Développement

J. Léonard

Flore et végétation du Jebel Uweinat (Désert de Libye : Libye, Egypte, Sudan)

Sixième (et dernière) partie

Etude de la végétation

Analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux

Meise
Jardin botanique national de Belgique

Scripta Botanica Belgica

Documentation
publiée par le Jardin Botanique National de Belgique

Secrétariat de rédaction de la série : E. Robbrecht

Volume 21

J. Léonard. Flore et végétation du Jebel Uweinat (Désert de Libye : Libye, Egypte, Sudan). Sixième (et dernière) partie. Etude de la végétation. Analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux.

CIP Bibliothèque Royale Albert I, Bruxelles

Flore et végétation du Jebel Uweinat (Désert de Libye : Libye, Egypte, Sudan). Sixième (et dernière) partie. Etude de la végétation. Analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux. Jean Léonard. — Meise, Ministère des Classes moyennes et de l'Agriculture, Administration Recherche et Développement, Jardin Botanique National de Belgique, 2001. — 139 p. + pochette ; ill. ; 25 cm. — (Scripta Botanica Belgica, Vol. 21).

ISBN 90-72619-47-1
ISSN 0779-2387

D/2001/0325/1

Date de publication : 15 octobre 2001.

Adresse de l'auteur :
Prof. ém. Dr. J. Léonard, 19 rue de Décembre, B-1200 Bruxelles, Belgique.

Maquette de la couverture du volume 21 : A. Fernandez ; photo, cfr. figure 13.

Imprimé en Belgique par Universa, Wetteren

Table des matières

Les cinq premières parties ont été publiées dans le *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* [**66** : 223-340 (1997) et **67** : 123-216 (1999)], ainsi que dans la revue qui lui fait suite *Systematics and Geography of Plants* [**69** : 215-264 (1999), **70** : 3-73 et 75-135 (2000)].

Résumés

Summary. — This sixth and last part is devoted to the description of the vegetation of Jebel Uweinat, a large mountainous Saharan massif isolated in the huge Libyan Desert. It consists in the phytosociological and phytochorological analysis of the various plant communities encountered. The salient features of the climate of the Sahara, a huge dry and hot desert, are at first reminded : paucity and great irregularity of the rainfalls with interpluvial periods often spreading over several years, very light nebulosity, very high insolation, large variations in the amplitude of the daily and seasonal temperatures with minima hardly less than a few degrees centigrade below zero but with high maxima up to 60 degrees centigrade, very low atmospheric humidity and, last, frequent and often very strong winds. As there is no local meteorological station, various data have been collected on temperature, wind and rain during a three months stay. According to these data, (1) temperature is gradually decreasing from November to January, (2) wind or gale frequently blows around the massif (the influence of wind on the substratum and on the vegetation is emphasized), (3) *dew* appears about mid-November as a consequence of the increase of vapour in the atmosphere and (4) a clear sprouting of the vegetation has been noticed from the beginning of December. **Despite the absence of rain, there is nevertheless a clear link between the sprouting of vegetation, the appearance of dew and the gradual decrease in temperature**. The author wonders whether water required for the development of the vegetation wouldn't come from direct absorption of atmospheric water by leaves and young twigs, as already mentioned by some authors. Despite particularly unfavourable climatic conditions, there is vegetation in Jebel Uweinat and even sometimes vegetation in full flower !

The study of the vegetation has been performed by using the phytosociological method which consists in revealing the plant associations and in analysing them by means of phytosociological relevés ; this method, on the other hand, allows the comparison with plant associations described in other regions. For each of the vegetation types encountered, the following data are given : (1) nature of substratum, (2) analytical association table with the chorotype, biological type and total presence coefficient (PT) of each species, the altitude, the total covering of the vegetation, the number of species, as, for each species, its presence coefficient and particularly its cover value (the calculation of which is reminded), (3) possible facies, (4) phenology, (5) biological and chorological unweighted and, particularly, weighted spectra (the calculation of which is also reminded), (6) supposed geographical distribution, (7) synthetical association table where the species, with their cover value, are classified according to the type of vegetation where they find their optimum development, with mention of the preferential or even the characteristic species, as of the intruding (transgressive) and the companion ones, (8) photography of the vegetation. Furthermore, general synthetic tables have been drawn up for the main types of vegetation (hygrophilous vegetation, table 18 ; vegetation on sandstone, inset table 52 and vegetation on granite, table 69) in order to point out the vegetation type where each species find its optimum development. Finally, comparative tables of the weighted chorological spectra have been established (tables 19, 53 and 70) in order to make more obvious the Saharo-Sindian and/or the tropical African character of the vegetation.The author, then, draws the attention to the fact (1) that the present study has been made after a several years period

of dryness, (2) that the vegetation is concentrated in the gorges of the massif, in the plains and in the bed of wadis winding in the spreading zones of the piedmont and (3) that anywhere else the substratum is devoid of vegetation. He also mentions the fact that covering vegetation is never continuous, the naked substratum being always visible.

According to the kind of the substratum, 15 vegetation types have been detected for which 212 phytosociological relevés have been made. These 15 types are distributed amongst 8 plant associations, one transition vegetation, one heterogeneous vegetation, 2 yet incompletely defined types of hygrophilous vegetation and 3 derived vegetations. The last three ones derive from existent plant associations through extreme floristic impoverishment and are always situated downstream of the associations from which they derive, on more xeric places coinciding with the extreme limit of the spreading zone of running waters.

The hygrophilous vegetation consists of :

1. a very scattered anthropo-nitrophilous vegetation on slightly humidified places in the surroundings of the unique watering-place, at an altitude of 630 m ; it is composed of 8 species (5 of which are characteristic species, tables 2 and 5), most of them being weeds with a very broad geographical distribution, apparently recently introduced and linked to man and to cattle ;

2. an hygro-nitrophilous *Polypogon monspeliensis* vegetation on permanently moist sand in the immediate vicinity of permanent pools situated in Karkur Murr between 660 and 710 m ; this vegetation consists of 10 species (3 characteristic species, tables 6 and 9), most of them being therophytes with a very broad geographical distribution ;

3. a dwarf *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* and *Crypsis vaginiflora* vegetation, hardly a few cm high, on thin muddy spots at the bottom of small basins in which water has been stagnanting for some time, between 700 and 1650 m (*Crypsio vaginiflorae-Eragrostietum humifusae*) ; in this plant association, 19 species have been noticed, most of them therophytes (10 characteristic species, tables 10 and 13), amongst which a liverwort, *Riccia cavernosa*, and a tiny bivalved Crustacea, *Leptestheria cortieri* ; according to the weighted chorological spectrum, the Saharo-Sindian character of this vegetation is obvious (44.74 % of Saharo-Sindian endemic species) ;

4. an heterogeneous vegetation in and on edges of small permanent pools, between 650 and 920 m, including 8 species with a very broad geographical distribution (3 characteristic species, *Phragmites, Typha* and *Juncus*, tables 14 and 17) ; these species are not distributed in well-known concentric zones, but, owing to the small amount of water, they are distributed in a mosaic of three closely imbricated and unseparable monospecific groups.

The vegetation on sandstone is composed of :

5. an open woody *Acacia* and *Panicum turgidum* vegetation on firm sands, between 630 and 840(1350) m (*Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*), mainly in slowly sloping down broad valleys and in the bed of wadis winding in the plain out of gorges ; the total of the noticed species amounts to 25 (7 preferential species, chiefly *Panicum turgidum, Acacia tortilis* and *Acacia ehrenbergiana*, tables 20 and 23) ; the weighted chorological spectrum emphasizes the dominance of tropical African species belonging to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion (63.84 % of the spectrum) ; this vegetation, widely distributed, chiefly in dry tropical Africa, is represented in Uweinat by a special plant association characterized by the presence of species geographically localized in the eastern part of the Sahara ;

6. a *Fagonia indica* var. *indica* and *Aerva javanica* var. *bovei* vegetation in the lower parts of gorges full of big blocks of sandstone, as well as on flat grounds covered with blocks of sandstone, between 600 and 1000(-1100) m (*Aervo bovei-Fagonietum indicae*) ; in this plant association, 48 species have been noticed (15 preferential species, inset table 24 and table 27), a majority of which being triregional linking species, chiefly belonging to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion (44.20 % of the weighted spectrum) ;

7. a *Citrullus colocynthis* and *Crotalaria thebaica* derived vegetation on firm lowland sands in the spreading zone of Wadi Hanzul, between 630 and 650 m ; it derives from the *Acacia-Panicum* plant association through extreme floristic impoverishment and is composed of not more than 8 species (tables 28 and 29), 3 of them only being always present, *Citrullus colocynthis* and *Crotalaria thebaica*, two preferential species, as well as *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, particularly present at the limit of the spreading zone of running waters ;

8. a middle altitude *Atractylis aristata* vegetation in gorges of Hassanein plateau, on sand with some blocks of sandstone, between 1000 and 1400 m (*Atractylidetum aristatae*) ; 23 species have been noticed in this plant association, amongst which one characteristic species, *Atractylis aristata*, and two preferential species (tables 30 and 35) ; the weighted chorological spectrum shows the importance of triregional linking species, nearly all of them belonging to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion (45.35 % of the spectrum) ; this spectrum also shows, and this is new compared to the *Acacia-Panicum* vegetation and to the *Fagonia-Aerva* vegetation, the importance of endemic Saharo-Sindian species which constitute 42.26 % of the spectrum ;

9. a middle altitude transition vegetation growing in gorges full of big blocks of sandstone ; this vegetation, found between (750-)850 and 1600 m, makes the transition between the *Fagonia-Aerva* vegetation and the *Lavandula* altitudinal vegetation ; it is composed of 35 species, a few of them being preferential species, but nearly half of them being preferential species either of the lower *Fagonia-Aerva* vegetation, or of the upper *Lavandula* vegetation, thus emphasizing very clearly this transition character (inset table 36 and table 40) ; triregional linking species, belonging particularly to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion, are always present (47.37 % of the weighted spectrum), but here also, as in the *Atractylis* vegetation, the Saharan character of the vegetation increases with altitude (21.15 % of the spectrum) ;

10. a *Lavandula antineae* and *Ochradenus baccatus* altitudinal vegetation in gorges full of big blocks of sandstone, between 1250 and 1850 m, i.e. nearly up to the top of the massif (*Ochradeno baccati-Lavanduletum antineae*) ; in this very particular plant association, dominated by a very fragrant lavender, 29 species have been noticed, 13 of them (about the half !) being either characteristic or preferential species (tables 41 and 44) ; the weighted chorological spectrum shows now the dominance of endemic Saharo-Sindian species, chiefly Saharan ones (52.26 % of the spectrum) ; thus, **going up from the base to the top of the massif, it clearly appears that the Saharan character of the vegetation increases with altitude to the detriment of broadly distributed species, mainly tropical African ones** ;

11. a *Stipagrostis* and *Fagonia arabica* var. *arabica* vegetation growing on fine sandstone gravel sometimes mixed with some fine gneissic gravel, in spreading plains of the piedmont, between 600 and 880 m (*Fagonio arabicae-Stipagrostietum acutiflorae*) ; this

plant association is particularly appreciated by gazelles (*Stipagrostis* grazing-grounds) ; it includes 15 species, 4 of them being preferential species, such as *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, *Fagonia arabica* var. *arabica* and *Stipagrostis rigidifolia*, each of them forming sometimes a peculiar facies (inset table 45 and table 48) ; the weighted chorological spectrum shows the overwhelming percentage of endemic Saharo-Sindian species (86.04 %), most of them being pluriseasonal species well adapted to xeric conditions ;

12. a *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* and *Morettia philaeana* derived vegetation on moving dunes, between 600 and 850 m ; this primarily Saharo/Nubo-Sindian vegetation derives from the above-mentioned *Stipagrostis* and *Fagonia arabica* plant association through extreme floristic impoverishment induced by severe xeric conditions ; 4 species only have been noticed (tables 49 and 51), one of them, *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, being always present, but sometimes only represented by very few individuals.

The vegetation on granite and on gneiss consists of :

13. a *Cleome droserifolia* and *Fagonia thebaica* vegetation in gorges full of big blocks of granite and/or of gneiss, as well as on flat grounds covered with blocks of granite and/or of gneiss, between 650 and 1300 m, i.e. from the base to the top of the granitic part of the massif (*Fagonio thebaicae-Cleometum droserifoliae*) ; within this plant association, 29 species have been found, 3 of them being considered as characteristic species (*Cleome droserifolia, Salvadora persica* var. *persica* and *Ficus cordata* subsp. *salicifolia*) and 12 as preferential species (inset table 54 and table 57) ; according to the weighted chorological spectrum, endemic Saharo-Sindian species are dominant (51.60 %), chiefly species distributed in the eastern part of the Sahara ; triregional linking species are also present, belonging chiefly to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion (33.57 %) ;

14. a *Cleome chrysantha* vegetation on granitic and/or on gneissic fine gravels in spreading plains of the piedmont, between 590 and 800(1000) m, either inside or on the outskirts of the massif (*Cleometum chrysanthae*) ; this plant association includes 37 species, 2 of them being characteristic species and 15 preferential species ; various facies have been recognized, dominated by *Cleome chrysantha*, by *Aerva javanica*, by *Senna italica* or yet by *Indigofera disjuncta* (inset table 59 and table 62) ; as in the preceding *Cleome-Fagonia* plant association, endemic Saharo-Sindian species make the most important group in the weighted chorological spectrum (41.57 % ; 40.71 % only for *Cleome chrysantha*) ; triregional linking species, belonging to the Saharo-Sindian, Sahelian and Somalia-Masai phytochorion, are also present (24.91 % of the spectrum) ;

15. a *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* derived vegetation on granitic and/or on gneissic fine gravels in spreading plains of the piedmont, between 580 and 710 m ; this vegetation derives from the above-mentioned *Cleome chrysantha* plant association through extreme floristic impoverishment and through enrichment with various *Tribulus* species better adapted to more xeric conditions ; it is always situated downstream of the *Cleome chrysantha* vegetation at the limit of the spreading zone of running waters ; this vegetation is composed of not more than 12 species, 4 of them being preferential species (*Tribulus pentandrus, T. macropterus, T. bimucronatus* and *Boerhavia coccinea*) (tables 63 and 68) ; various facies have been noticed amongst which 1 or 2 *Tribulus* species are dominant (*Tribulus* grazing-grounds appreciated by gazelles) ; the weighted chorological

spectrum shows this time the overwhelming majority of the biregional linking species (91.68 %), chiefly Saharo-Sindian and Somalia-Masai linking species (67.68 %).

In the granitic as well as in the sandstone parts of the massif, it appears therefore that the Saharan character of the vegetation is clearly decreasing with altitude to the advantage of tropical African species.

In short, the comparative study of the weighted chorological spectra of the various vegetation types encountered in the massif (inset table 71) shows that the influence of the Mediterranean, the Irano-Turanian and the continental Indian floras on the Jebel Uweinat flora is very weak. The Uweinat flora is, above all, a mixture of a former Saharo-Sindian flora and of a more recent tropical African flora, chiefly originating from East Africa (northern half of the Somalia-Masai regional centre of endemism). These data are the consequence of an ancient advance to the North, through the Sahara, of a tropical African flora, still dominant in the lowland vegetations, when the endemic and more ancient Saharo-Sindian species chiefly remained in altitude.

Finally, the author draws the attention, once again, to the fact that the plant associations noticed in the Jebel Uweinat massif are different from those mentioned by Quézel (1965) in the Sahara, from Tchad to Mauritania. These differences thus emphasize **the individuality of the flora of the eastern part of the Sahara**.

This study ends with an outline colour inset map of the various vegetation types present in Jebel Uweinat (fig. 23).

Résumé. — Cette sixième et dernière partie se rapporte à la description de la végétation du Jebel Uweinat, important massif montagneux saharien perdu dans l'immense Désert de Libye. Elle consiste en l'analyse phytosociologique et phytochorologique des divers groupements végétaux mis en évidence. L'auteur rappelle tout d'abord les caractéristiques principales du climat du Sahara, immense désert sec et chaud : pauvreté et grande irrégularité des précipitations avec des périodes interpluviales pouvant s'étendre sur plusieurs années, très faible nébulosité, très forte insolation, variations importantes dans l'amplitude des températures journalières et saisonnières avec des minima guère inférieurs à quelques degrés sous zéro mais avec des maxima élevés pouvant atteindre 60°, très faible humidité atmosphérique et, enfin, vents fréquents et souvent très forts. Sont ensuite mentionnées, en l'absence de station météorologique locale, diverses observations effectuées sur la température, le vent et la pluie durant un séjour de 3 mois. Ces observations montrent que la température baisse progressivement de novembre à janvier, que les vents (dont le rôle sur le substrat et sur la végétation est rappelé) sont effectivement fréquents sur les pourtours du massif et parfois même violents, que la *rosée* apparaît vers la mi-novembre conséquence de l'augmentation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère et, enfin, qu'une nette poussée de la végétation s'observe début décembre. **Il y a donc, malgré l'absence de pluies, une étroite correspondance entre la poussée de la végétation, l'apparition de la rosée et la diminution progressive de la température**. L'auteur se demande si l'eau nécessaire au développement de la végétation ne proviendrait pas de l'absorption directe de l'eau atmosphérique par les feuilles et les jeunes tiges, phénomène déjà décrit par certains auteurs. On constate donc que, malgré diverses conditions de vie particulièrement défavorables, il y a quand même de la végétation au Jebel Uweinat et même de la végétation en pleine floraison !

La méthode utilisée pour étudier la végétation est la méthode phytosociologique. Celle-ci a pour but la mise en évidence des associations végétales grâce à l'établissement de relevés phytosociologiques ; elle facilite, d'autre part, la comparaison avec les associations décrites dans d'autres régions. Pour chacun des types de végétation reconnus au Jebel Uweinat, l'auteur mentionne les données suivantes : (1) la nature du substrat, (2) le tableau analytique des relevés effectués avec mention du chorotype, du type biologique et du coefficient de présence totale (PT) de chaque espèce, de l'altitude, du recouvrement total de la végétation relevée, du nombre d'espèces, ainsi que, pour chaque espèce, du coefficient de présence et, surtout, de la valeur de recouvrement (dont le mode de calcul est rappelé), (3) les faciès éventuels, (4) la phénologie, (5) les spectres biologiques et chorologiques bruts et, surtout pondérés (dont le mode d'établissement est, lui aussi, rappelé), (6) la répartition géographique présumée de la végétation étudiée, (7) le tableau synthétique dans lequel les espèces, avec leur valeur de recouvrement, sont classées selon le type de végétation au sein duquel elles se rencontrent de préférence, avec mise en évidence des espèces préférentielles, voire des espèces caractéristiques, ainsi que des espèces transgressives et des compagnes, (8) une illustration de la végétation étudiée. De plus, des tableaux synthétiques généraux ont été dressés pour les grands types de végétation (végétation hygrophile, tableau 18 ; végétation sur le grès, tableau hors-texte 52 et végétation sur le granite, tableau 69) afin de montrer dans quel type de végétation se situe l'optimum de développement de chaque espèce. Enfin, des tableaux comparatifs des spectres chorologiques pondérés ont été établis (tableaux 19, 53 et 70) dans le but de mieux mettre en évidence le caractère saharo-sindien et/ou le caractère tropical africain de la végétation.

L'auteur rappelle ensuite que la présente étude a été effectuée après une période de sécheresse de plusieurs années, que la végétation est concentrée dans les gorges du massif, dans les plaines et dans le lit des oueds installés dans les zones d'épandage de piedmont et que partout ailleurs le substrat est dépourvu de végétation. Il signale, enfin, que le couvert végétal n'est jamais continu mais que le substrat nu apparaît toujours.

Selon la nature du substrat, 15 types de végétation ont été reconnus pour lesquels 212 relevés phytosociologiques ont été effectués. Ces 15 types de végétation se répartissent en 8 associations, une végétation de transition, une végétation hétérogène, 2 types de végétation hygrophile encore incomplètement définis et 3 végétations dérivées. Celles-ci dérivent d'une association existante par appauvrissement floristique extrême et sont toujours installées en des endroits situés plus en aval que les associations dont elles dérivent, endroits plus xériques correspondant à la limite extrême de l'étalement des eaux de ruissellement.

La végétation hygrophile comprend :

1. une végétation anthropo-nitrophile très éparse dans les endroits légèrement humidifiés aux abords du seul abreuvoir, vers 630 m d'altitude ; elle se compose de 8 espèces (dont 5 caractéristiques, tableaux 2 et 5), la plupart «mauvaises herbes» à très large distribution géographique, liées à l'homme et aux troupeaux et dont l'introduction au Jebel Uweinat semble récente ;

2. une végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur du sable humide en permanence aux abords immédiats des petites mares permanentes situées dans le Karkur Murr, entre 660 et 710 m d'altitude ; cette végétation se compose d'une dizaine d'espèces (dont 3 caractéristiques, tableaux 6 et 9), la plupart du type thérophyte et à très large distribution géographique ;

3. une végétation naine, de quelques cm de hauteur à peine, à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora*, sur de minces plages vaseuses tapissant de petites vasques creusées dans le grès et dans lesquelles de l'eau a stagné un certain temps, entre 700 et 1650 m d'altitude (*Crypsio vaginiflorae-Eragrostietum humifusae*) ; au sein de cette végétation, 19 espèces, la plupart du type thérophyte, ont été observées (dont 10 caractéristiques, tableaux 10 et 13), parmi lesquelles l'hépatique *Riccia cavernosa* et un minuscule crustacé bivalve, *Leptestheria cortieri* ; le spectre chorologique pondéré fait apparaître le caractère saharo-sindien de cette végétation (44,74 % d'espèces saharo-sindiennes endémiques) ;

4. une végétation hétérogène dans les rares petits points d'eau permanents, entre 650 et 920 m d'altitude, composée de 8 espèces à très large répartition géographique (dont 3 caractéristiques, des *Phragmites*, des *Typha* et des *Juncus*, tableaux 14 et 17) ; ces espèces sont disposées, non pas en une classique zonation concentrique, mais, par suite du peu d'étendue de ces points d'eau, en une mosaïque de trois groupements monospécifiques étroitement imbriqués qu'il est impossible de séparer.

La végétation de la partie gréseuse du massif comprend :

5. une végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* sur sables fixés, entre 630 et 840(1350) m d'altitude (*Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*), principalement dans de larges vallées à faible pente et dans le lit d'oueds serpentant dans la plaine au sortir des gorges ; le total des espèces relevées s'élève à 25 (dont 7 préférentielles, principalement *Panicum turgidum*, *Acacia tortilis* et *Acacia ehrenbergiana*, tableaux 20 et 23) ; le spectre chorologique pondéré souligne la dominance des espèces tropicales africaines

du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai (63,84 % du spectre) ; cette végétation, largement répandue surtout en Afrique tropicale sèche, est représentée à Uweinat par une association particulière dans laquelle sont bien représentées des espèces dont l'aire est localisée dans la partie orientale du Sahara ;

6. une végétation de basses altitudes à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* dans les parties inférieures des gorges encombrées de blocs de grès, ainsi que sur des pierriers de blocs de grès, entre 600 et 1000(-1100) m d'altitude (*Aervo bovei-Fagonietum indicae*) ; cette association est riche de 48 espèces (dont 15 préférentielles, tableaux 24 hors-texte et 27) dont une majorité sont des espèces de liaison trirégionale, principalement du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai (44,20 % du spectre pondéré) ;

7. une végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul, entre 630 et 650 m d'altitude ; elle dérive de la végétation à *Acacia-Panicum* par appauvrissement floristique et ne comprend plus que 8 espèces (tableaux 28 et 29), dont 3 seulement toujours présentes, *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica*, deux espèces préférentielles, ainsi que *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, surtout présente en limite d'étalement des eaux de ruissellement ;

8. une végétation de moyennes altitudes à *Atractylis aristata* dans des gorges sillonnant le plateau Hassanein, sur du sable parsemé de blocs de grès, entre 1000 et 1400 m d'altitude (*Atractylidetum aristatae*) ; cette association se compose de 23 espèces, dont une caractéristique, *Atractylis aristata*, et 2 préférentielles (tableaux 30 et 35) ; le spectre chorologique pondéré montre l'importance des espèces de liaison trirégionale, presque toutes du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai (45,35 % du spectre), mais il montre aussi, et ceci est nouveau par rapport à la végétation à *Acacia-Panicum* et à la végétation à *Fagonia-Aerva*, l'importance des espèces saharo-sindiennes endémiques qui constituent cette fois 42,26 % du spectre ;

9. une végétation de transition de moyennes altitudes dans des gorges encombrées de blocs de grès ; cette végétation, rencontrée entre (750-)850 et 1600 m d'altitude, fait la transition entre la végétation à *Fagonia-Aerva* et la végétation d'altitude à *Lavandula* ; elle comprend 35 espèces, dont quelques préférentielles, mais dont près de la moitié sont des espèces préférentielles soit de la végétation inférieure à *Fagonia-Aerva*, soit de la végétation supérieure à *Lavandula*, traduisant bien ainsi ce caractère de transition (tableaux 36 hors-texte et 40) ; les espèces de liaison trirégionale, surtout du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai, sont toujours bien présentes (47,37 % du spectre pondéré), mais ici aussi, comme dans la végétation à *Atractylis*, le caractère proprement saharien de la végétation s'affirme avec l'altitude (21,15 % du spectre) ;

10. une végétation d'altitude dans des gorges encombrées de blocs de grès à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus*, entre 1250 et 1850 m d'altitude, c'est-à-dire pratiquement jusqu'au sommet du massif (*Ochradeno baccati-Lavanduletum antineae*) ; cette association très particulière, dominée par une lavande très odorante, se compose de 29 espèces dont 13 (soit près de la moitié !) sont soit des espèces caractéristiques, soit des préférentielles (tableaux 41 et 44) ; le spectre chorologique pondéré fait apparaître cette fois la dominance des espèces saharo-sindiennes endémiques, surtout des espèces sahariennes (52,26 % du spectre) ; on constate ainsi, que, **de la base du massif au sommet, le caractère saharien de la végétation s'affirme avec l'altitude et cela au**

désavantage des espèces de liaison à large distribution, la plupart tropicales africaines ;

11. une végétation à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* sur gravillon gréseux, parfois mêlé d'un peu de gravillon de gneiss, dans les zones d'épandage de piedmont, entre 600 et 880 m d'altitude (*Fagonio arabicae-Stipagrostietum acutiflorae*) ; cette association, particulièrement recherchée par les gazelles (pâturages à *Stipagrostis*), se compose de 15 espèces, dont 4 préférentielles, surtout *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, *Fagonia arabica* var. *arabica* et *Stipagrostis rigidifolia* qui, chacune, constitue parfois un faciès particulier (tableaux 45 hors-texte et 48) ; le spectre chorologique pondéré fait apparaître l'écrasant pourcentage des espèces saharo-sindiennes endémiques (86,04 %), la plupart plurisaisonnières et bien adaptées aux conditions xériques ;

12. une végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives, entre 600 et 850 m d'altitude ; cette végétation, essentiellement saharo/nubo-sindienne, dérive de la végétation précédente à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* par appauvrissement floristique extrême, dû aux très sévères conditions xériques de ce milieu dunaire, et ne comprend plus que 4 espèces (tableaux 49 et 51), dont une seule, *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, toujours présente, mais parfois réduite à quelques individus.

La végétation des parties granitiques et gneissiques du massif comprend :

13. une végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans des gorges encombrées de blocs de granite et/ou de gneiss, ainsi que sur des pierriers de blocs de granite et/ou de gneiss, entre 650 et 1300 m d'altitude, c'est-à-dire de la base au sommet de la partie granitique du massif (*Fagonio thebaicae-Cleometum droserifoliae*) ; au sein de cette association, 29 espèces ont été relevées, dont 3 peuvent être considérées comme des caractéristiques (*Cleome droserifolia*, *Salvadora persica* var. *persica* et *Ficus cordata* subsp. *salicifolia*) et 12 comme des préférentielles (tableaux 54 hors-texte et 57) ; selon le spectre chorologique pondéré, les espèces saharo-sindiennes endémiques dominent (51,60 %), surtout des espèces connues dans la partie orientale du Sahara, mais les espèces de liaison trirégionale, surtout du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai, sont également bien représentées (33,57 %) ;

14. une végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont, entre 590 et 800(1000) m d'altitude, soit à l'intérieur du massif, soit sur ses pourtours externes (*Cleometum chrysanthae*) ; cette association, riche de 37 espèces, dont 2 caractéristiques et 15 préférentielles, se présente assez souvent sous divers faciès au sein desquels une espèce domine très nettement (*Cleome chrysantha* ou *Aerva javanica* ou *Senna italica* ou encore *Indigofera disjuncta*) (tableaux 59 hors-texte et 62) ; tout comme dans la végétation précédente à *Cleome-Fagonia*, les espèces saharo-sindiennes endémiques sont les mieux représentées dans le spectre chorologique pondéré (41,57 % ; 40,71 % pour le seul *Cleome chrysantha*), mais les espèces de liaison du type saharo-sindien, sahélien et de la Somalie-pays Masai sont bien présentes également (24,91 %) ;

15. une végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont, entre 580 et 710 m d'altitude ; cette végétation dérive de la végétation précédente à *Cleome chrysantha* par appauvrissement floristique extrême et par enrichissement en *Tribulus* divers mieux adaptés aux conditions plus xériques ; elle est toujours située en aval de cette dernière en limite

d'étalement des eaux de ruissellement ; elle ne comprend plus que 12 espèces dont 4 préférentielles (*Tribulus pentandrus*, *T. macropterus*, *T. bimucronatus* et *Boerhavia coccinea*) (tableaux 63 et 68) ; divers faciès ont été assez souvent observés au sein desquels dominent 1 ou 2 espèces de *Tribulus* (pâturages à *Tribulus* recherchés par les herbivores) ; le spectre chorologique pondéré montre cette fois l'écrasante dominance des espèces de liaison birégionale (91,68 %), dont surtout des espèces saharo-sindiennes et de la Somalie-pays Masai (67,68 %).

Tout comme dans la partie gréseuse du massif, on constate que dans la partie granitique le caractère saharien de la végétation diminue nettement en même temps que l'altitude et cela à l'avantage des espèces tropicales africaines.

En conclusion, il apparaît, à l'examen comparatif des spectres chorologiques pondérés des divers types de végétation rencontrés dans tout le massif (tableau hors-texte 71), que l'influence, sur la flore du Jebel Uweinat, des flores méditerranéenne, irano-touranienne et continentale indienne est très faible. La flore du Jebel Uweinat est avant tout un ensemble d'une flore saharo-sindienne ancienne et d'une flore tropicale africaine plus récente, originaire principalement d'Afrique orientale (moitié septentrionale du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai). Ces données sont le reflet d'une avancée ancienne vers le nord, à travers le Sahara, d'une flore tropicale africaine qui est toujours largement dominante dans les végétations de basses altitudes, alors que les espèces saharo-sindiennes endémiques plus anciennes se sont surtout maintenues en altitude.

L'auteur rappelle, enfin, que les associations végétales reconnues au Jebel Uweinat sont différentes de celles signalées au Sahara par Quézel (1965) du Tchad à la Mauritanie. Ces différences soulignent ainsi l'**individualité de la flore de la partie orientale du Sahara**.

La présente étude se termine par une carte schématique hors-texte en couleurs des divers types de végétation rencontrés dans le massif du Jebel Uweinat (fig. 23).



1 Ain Duarme
2 Ain Duwa
3 Ain el Brins
4 Ain Murr
5 Ain Zuweia
6 Belpelli
7 L'Isolotto
8 Karkur Bu-Hleiga
9 Karkur Delein
10 Karkur Ekdui
11 Karkur Hamid
12 Karkur Ibrahim
13 Karkur Idris
14 Karkur Murr
15 Karkur Talh
16 Mont Bagnold
17 Mont de Bono
18 Passe nord
19 Passe sud
20 Petrara
21 Plateau Hassanein
22 Plateau Italia
23 Qimmat Uweinat
24 Ras el Abd
25 Il Trapezio
26 Wadi Abd el Malek
27 Wadi Auki
28 Wadi Hanzul
29 Wadi Mardain
30 Wadi Talh
31 Wadi Waddan
32 Wadi Wahesh

Figure 1. Carte toponymique du Jebel Uweinat mentionnant la localisation des principaux endroits auxquels des noms ont été attribués. Les granites sont représentés par des petits ronds, les grès par un pointillé et les gneiss par des lignes horizontales.

Figure 1. Toponymic map of the Jebel Uweinat with names of the main places. Granites are indicated by small circles, sandstones by stippling and gneiss by horizontal lines.

A. Introduction

Après avoir déterminé toutes les plantes récoltées (1ère-3e parties), dressé la florule du Jebel Uweinat (4e partie), établi les relations entre la végétation, la nature des roches affleurantes et l'altitude, souligné l'influence du broutement des herbivores sur la végétation et après avoir défini les types biologiques (4e partie) et les chorotypes de toutes les espèces (5e partie), il reste à décrire la végétation du Jebel Uweinat, c'est-à-dire à effectuer l'analyse phytosociologique et phytochorologique des divers groupements végétaux rencontrés. C'est l'objet de cette 6e et dernière partie.

B. Tableau des abréviations conventionnelles utilisées

(voir fig. 1-3 de la 5e partie)

Afr	Afrique tropicale et subtropicale sèche au sud et à l'est du centre régional d'endémisme zambézien
Cosm	subcosmopolite
d	aire discontinue
I	continent indien
IT	irano-touranien
IT1 à IT4	sous-centres régionaux irano-touraniens
KN	Karoo-Namib
M	méditerranéen
MS	méditerranéo-saharien
Pal	liaison entre plus de trois phytochories tropicales et subtropicales de l'Ancien Monde
Pan	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde
PT	coefficient de présence totale au Jebel Uweinat (voir 4e partie, tableau 11 : 24)
S	saharien
Sa	sahélien
SA	saharo-arabique
SM	de la Somalie et du pays Masai
SNS	saharo/nubo-sindien
SS	saharo-sindien
SS1 à SS3	sous-zones régionales saharo-sindiennes
Su	soudanien
Tc	régions tempérées chaudes de l'Ancien Monde
Trop	régions tropicales et subtropicales de l'Ancien Monde
Z	zambézien

C. Le climat saharien

Le Jebel Uweinat est situé, nous l'avons vu, dans la moitié inférieure de la partie orientale du Sahara, au sein de la sous-zone régionale saharienne, subdivision de la zone régionale saharo-sindienne qui s'étend de l'Atlantique au Désert de l'Inde (5e partie, fig. 3).

Le climat du Sahara, immense désert sec et chaud, se caractérise avant tout par la pauvreté et la grande irrégularité des *précipitations*, avec des périodes interpluviales qui peuvent s'étendre sur plusieurs années. Le climat saharien se caractérise également, dans les grandes lignes, par l'ensemble des caractères suivants :

- une très faible *nébulosité* et une très forte *insolation* ;
- des *températures* dont les minima ne sont pas inférieurs à quelques degrés sous zéro (avec donc des gelées rares) et dont les maxima sont élevés et peuvent atteindre 60° ; des variations importantes dans l'amplitude des températures journalières et saisonnières, ainsi que des températures de la couche superficielle du sol pouvant atteindre 70°-80° ;
- une très faible *humidité atmosphérique* ;
- des *vents* fréquents et souvent très forts.

Sont mentionnées ci-après les quelques observations qu'en l'absence de station météorologique locale nous avons effectuées sur la *température*, le *vent* et la *pluie*, durant notre séjour de 3 mois au Jebel Uweinat, du 19 octobre 1968 au 19 janvier 1969.

I. La température

D'après les quelques enregistrements de la température de l'air effectués sous abri par le D Onclin à notre camp de base, situé à l'embouchure du Karkur Talh vers 660 m d'altitude (fig. 1), durant la période du 5 novembre 1968 au 12 janvier 1969, on constate que c'est entre 6 et 8 h du matin que les températures sont les plus basses et qu'elles montent progressivement ensuite pour atteindre un maximum aux environs de 15 h, puis elles redescendent. Le tableau 1 donne une idée des variations de la température durant cette période.

Tableau 1. Variations de la température (en degrés centigrades) au camp de base, du 5 novembre 1968 au 12 janvier 1969

Table 1. Temperature changes (in degrees centigrade) at the camp-base between November the 5th 1968 and January the 12th 1969

	5-10 nov. 1968	11-17 nov. 1968	18-24 nov. 1968	25 nov.-1 déc.1968	2-8 déc. 1968	9-15 déc. 1968	16-22 déc. 1968	1-5 janv. 1969	6-12 janv. 1969
6-8 h	8°-15°	9°-12°	9°-13°	5°-10°	7°-12°	3°-15°	7°-9°	3°-6°	0°-11°
12 h	24°-35°	22°-30°	20°-28°	18°-21°	17°-23°	18°-28°	13°-20°	17°-22°	13°-19°
env. 15 h	28°-37°	27°-33°	24°-29°	19°-26°	21°-27°	20°-31°	18°-25°	18°-24°	15°-25°

Il apparaît d'après le tableau 1 que, du début novembre 1968 à la mi-janvier 1969, *la température baisse progressivement*. Nous nous en sommes d'ailleurs bien rendu compte le matin au lever ! Les matins sont, en effet, plus froids et passent de 8°-15° au début novembre à 0°-6° en janvier, avec un minimum de 0° le 9.1.1969. A midi, les températures diminuent de 24°-35° à 13°-19°, tandis que vers 15 h les maxima descendent de 28°-37° à 15°-24°.

L'écart journalier entre la température la plus basse et la température la plus élevée varie, selon les jours, entre 24° et 13° ; cet écart tend à diminuer de novembre à janvier.

Ces températures, on le voit, conviennent parfaitement au travail des chercheurs qui, d'autre part, ne transpirent jamais, l'évaporation étant immédiate.

X. Misonne, le zoologiste de notre expédition, a, pour sa part, effectué diverses mesures de température qui s'ajoutent à celles mentionnées dans le tableau 1 (Misonne 1977 : 5). Il a noté 41° l'après-midi en fin octobre 1968 dans les vallées encaissées du Jebel Uweinat, tandis que la température nocturne ne descendait guère sous 19°. Sur le plateau du Gilf Kebir, situé à 200-250 km au nord-nord-est du Jebel Uweinat, Misonne a enregistré -1,5° le 8 janvier 1969 avec du givre sur les tentes, alors qu'au Jebel Uweinat le minimum était, nous l'avons vu, de 0° le 9.1.1969. Ces températures minima se rapprochent donc de la température la plus basse (-3,5°), rappelée par Misonne, qui avait été signalée par Mónterin à Ain Duwa (fig. 1) le 13 février 1934.

II. Le vent

Le vent, on le sait, joue un rôle important sur le substrat et sur la végétation dans les régions désertiques.

Les vents, en augmentant l'agitation de l'air, accroissent encore la vitesse d'évaporation au niveau du sol, *dessèchent plus rapidement la végétation* et empêchent bien souvent le développement des thérophytes. Par leur action mécanique sur le substrat, les vents transportent au loin les plus fines particules superficielles du sol et *font ainsi apparaître un substrat composé de gravillon*.

D'autre part, sous l'action du vent, du sable ou un fin gravillon s'accumule fréquemment au pied de plantes vivaces isolées, constituant ainsi un *petit monticule* de plusieurs dizaines de centimètres de hauteur au sein duquel la plante développe son système radiculaire.

Le vent, enfin, assure la *dispersion* au loin des fruits et des graines possèdant des organes facilitant ce mode de dissémination. Tel est le cas, par exemple, au Jebel Uweinat, des diverses espèces de *Stipagrostis* dont les lemmes sont munies d'une arête plumeuse, espèces dont on trouve parfois, dans des endroits protégés, des amas de fruits amenés par les vents. Tel est le cas également des *Pergularia tomentosa* à graines munies d'une aigrette de soies, de diverses Composées, comme *Francoeuria undulata*, dont les akènes sont munis d'une aigrette de soies, de *Farsetia stylosa* à graines ailées, ainsi que de divers *Tribulus* à fruits ailés. Gillet (1968 : 100-126) a consacré un chapitre entier aux divers modes de dissémination des espèces de l'Ennedi, massif où se retrouvent de nombreuses espèces connues au Jebel Uweinat (voir également Monod 1974b).

A l'*intérieur* même du massif du Jebel Uweinat, l'importance et la fréquence du vent ne nous ont pas paru particulières durant notre séjour, sauf le 13.12.1968 où il a soufflé

avec force dans le fond du Wadi Abd el Malek, à un moment où le ciel, ordinairement toujours bleu, était assez couvert.

Sur les *pourtours* du massif, par contre, des vents, parfois violents, ont été observés aux dates et aux endroits suivants (fig. 1) :

1. *sur le flanc nord* :

- Karkur Hamid, le 7.1.1969 à 9 h, vent violent très froid, végétation desséchée à *Cleome chrysantha* (relevés 175 et 176) ;
- Karkur Ekdui, le 9.11.1968 à 8 h, vent violent, pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*, végétation desséchée, disposée au sommet de petits monticules de sable (relevés 27 et 28) ;
- Karkur Talh, plaine en face de l'embouchure, le 8.12.1968, vent violent, pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*, végétation desséchée au sommet de petits monticules de sable (relevés 73 et 74) ;

2. *sur le flanc est* :

- du côté de Belpelli, le 13.11.1968, vent fort, pâturage à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*, végétation au sommet de petits monticules (relevé 33), ainsi que le 1.1.1969, vent fort, pâturage à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* (relevé 144) et végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* (relevé 146), végétations desséchées au sommet de petits monticules ;

3. *sur le flanc sud* :

- Karkur Murr, dans la plaine, le 22.12.1968 à 10 h, vent très fort, végétation à *Acacia* et *Panicum turgidum* (relevés 119-121) et le 24.12.1968 à 7 h, vent fort glacial, végétation à *Acacia* et *Panicum turgidum* (relevé 127) ;
- Wadi Waddan, le 25.11.1968, vent violent, végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* (relevé 48) ;
- Ain Duwa, le 3.1.1969, vent fort, ciel nuageux, végétation desséchée à *Cleome chrysantha* (relevés 160 et 161) ;

4. *sur le flanc ouest* :

- Ain Zuweia, le 18.1.1969, vent soufflant en tempête durant la nuit.

En conclusion, on constate que s'il y a peu de vent au sein même du Jebel Uweinat, les vents, par contre, sont fréquents et forts à très forts sur les pourtours du massif (noté 10 fois la présence de vent fort). Sur les flancs nord et nord-est du massif, les vents soufflent souvent en direction du nord-ouest, vers le cordon dunaire situé entre le Jebel Uweinat et le Jebel Arkenu, au nord-ouest de l'Isolotto (fig. 1). C'est principalement sur ces flancs que se développe la végétation à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* (pâturages à *Stipagrostis*) qui, lors de notre séjour, était généralement desséchée, installée au sommet de petits monticules de sable de 20-40 cm de haut et ne montrait pas la moindre trace de la présence d'espèces éphémères (thérophytes).

Notons, enfin, que durant notre séjour, aucune tempête de sable n'a été observée.

III. La pluie

La pluie est le facteur limite le plus important au Sahara. Les précipitations y sont très irrégulières et surtout les périodes interpluviales s'étendent souvent *sur plusieurs années*. Tel est bien le cas au Jebel Uweinat. **Et pourtant, il y a de la végétation à Uweinat et même de la végétation en pleine floraison** !

Durant les 3 mois de notre séjour, il n'est pas tombé une seule goutte d'eau. Le ciel est toujours parfaitement bleu, bien que des nuages aient été observés certains jours, comme le 11.11.1968 (nombreux nuages blancs), le 14.12.1968 (ciel couvert), le 20.12.1968 (ciel couvert, très nuageux) et le 3.1.1969 (ciel nuageux). Misonne (1977 : 5) signale même que «les 28 et 29 décembre 1968 de gros nuages sombres ont couvert la montagne à une altitude dépassant de peu le sommet, mais aucune pluie n'est tombée».

L'apparition d'un phénomène important mérite d'être soulignée ici : la *rosée*, produite par la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. Nous avions l'habitude de dormir en plein air (quelle satisfaction de pouvoir contempler les étoiles la nuit et un satellite traversant le ciel à vive allure !). Au réveil, notre sac de couchage, sec d'ordinaire, a commencé à se couvrir de rosée à partir de la mi-novembre, à un point tel qu'il fallait le faire sécher au soleil levant.

Il convient de souligner ensuite que c'est à peu près à la même époque (début décembre 1968) que nous avons constaté une *nette poussée de la végétation*. Nous avons été frappé par le fait que la végétation à *Cleome chrysantha* du fond du Wadi Abd el Malek, que nous avions vue complètement desséchée lors de notre première visite le 26 octobre 1968, était en végétation le 21 novembre (très nombreux rejets sur les chaméphytes et sur les plurisaisonnières) et en pleine floraison le 12 décembre suivant. *Il y a donc, malgré l'absence de pluies, une étroite correspondance entre la poussée de la végétation, l'apparition de la rosée et la diminution progressive de la température.*

Mais d'où vient l'eau nécessaire au développement de la végétation ? Ourcival, Berger et Le Floc'h (1994) ont montré que des mesures de potentiel hydrique de base, effectuées avant l'aube en Tunisie présaharienne, sur *Anthyllis henoniana*, un chaméphyte buissonnant, ont révélé que cette espèce était capable d'*absorber l'eau atmosphérique directement par les feuilles et/ou par les jeunes tiges*. C'est un tissu parenchymateux à grands méats, présent dans les feuilles et les jeunes tiges, qui, comme une éponge, absorbe l'humidité atmosphérique condensée sur les feuilles et sur les tiges. Cette plante peut ainsi *tirer parti de la rosée*. Il serait dès lors particulièrement intéressant de noter les jours de rosée au Jebel Uweinat et de voir si certaines des espèces qui s'y développent se comportent comme cet *Anthyllis*.

Les diverses observations précitées montrent donc que ce n'est pas parce que la végétation du Jebel Uweinat est en fleurs qu'il a dû *nécessairement* pleuvoir peu avant. Le meilleur moyen d'avoir l'assurance qu'il a plu est d'étudier le développement et la floraison des véritables thérophytes, c'est-à-dire des espèces se reproduisant exclusivement par graines et qui, au Jebel Uweinat, nous l'avons vu, sont au nombre de 25 (4[e] partie : 55-63).

Comme nous l'avons signalé dans la première partie de ce travail, lors de l'étude des algues (1[re] partie : 256-258), il y a quand même encore un peu d'eau permanente au Jebel Uweinat ainsi qu'en témoignent les quelques rares points d'eau permanents suivants (fig. 1) : Ain Duarme, Ain Duwa et 'I Gale Culojorti, Ain el Brins, Ain Murr et Ain

Zuweia. De même, quelques traces dans la végétation attestent de la présence assez récente d'eau courante : ainsi les divers emplacements de la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora*, composée essentiellement de thérophytes et qui se développe sur de minces plages vaseuses tapissant le fond de petites vasques dans lesquelles de l'eau a stagné pendant un certain temps ; de même les traces de boue que porte la base de certains arbres dans le Karkur Talh (voir p. 45). Il faut donc bien qu'il pleuve de temps en temps !

Peu de voyageurs passant par Uweinat ont vu de la pluie ou de l'eau courante. Ils signalent qu'il a dû pleuvoir «un certain temps» avant leur passage sur la base de déclarations, pas toujours très précises, de nomades ou de militaires de la petite garnison libyenne. Misonne (1995 : 186-188) a tenté d'établir un résumé de ces déclarations, dont certaines sont contradictoires. Des chutes de pluie, dont certaines peuvent être violentes, auraient eu lieu au cours des années suivantes : 1914-1915, 1926, automne 1927 (grandes pluies), 1928, 31 mai et 1[er] juin 1934 (grandes pluies), 1952 ?, 1954 ? et 1960. En 1968, lors de notre séjour, il n'aurait pas plu «depuis longtemps», 5-6 ans, selon les nomades toubous séjournant à Uweinat. La dernière grande pluie avant 1968 a amené l'eau dans la plus grande partie du Karkur Talh, et, selon Misonne, le volume d'eau contenu dans cette vallée fermée devait être d'au moins 10-50 millions de mètres cubes, de quoi donc alimenter la nappe phréatique sous-jacente de cette vallée dans laquelle se développe une belle végétation à *Acacia-Panicum*.

D. Etude de la végétation

La méthode utilisée pour l'étude de la végétation du Jebel Uweinat est la *méthode phytosociologique*. Cette méthode a pour but *la mise en évidence des associations végétales*, grâce à des *relevés phytosociologiques*, et la description détaillée de celles-ci. Cette façon de procéder permet, d'autre part, les comparaisons avec les associations décrites en d'autres régions. Les principes de cette méthode ont été exposés par Braun-Blanquet (1964, 1965) et par de nombreux auteurs (voir par exemple Mueller-Dombois et Ellenberg 1974 et Bournérias 1979).

Les données suivantes ont été mentionnées pour chacun des types de végétation mis en évidence au Jebel Uweinat :

1. la *nature du substrat* : milieux hygrophiles ; grès, granite, gneiss (voir 4[e] partie : 27-38) ; éboulis, pierriers, gravillon, sables fixés ou mouvants ;

2. le *tableau analytique* de tous les relevés phytosociologiques d'un même type de végétation, tableau dans lequel les espèces sont classées par strates afin de donner un bon aperçu de la physionomie de la végétation. Dans ce tableau analytique figurent le *chorotype* des espèces (voir 5[e] partie), le *type biologique* (4[e] partie : 55-58) et le *coefficient de présence totale* (4[e] partie : 22-24, tableau 11), l'altitude, le recouvrement total de la végétation relevée, le nombre d'espèces par relevé et le nombre total des espèces relevées, le recouvrement et la hauteur de chaque strate, ainsi que, pour chaque espèce, le *coefficient de présence* et la *valeur de recouvrement*. Dans ce tableau analytique sont mentionnés les *coefficients d'abondance-dominance* de chaque espèce par relevé, coefficients établis d'après une échelle conventionnelle allant de + à 5. Au Jebel Uweinat, par suite de

la *grande dispersion des espèces*, seuls ont été utilisés les coefficients + (individus rares ou très rares, recouvrement très faible), 1 (individus assez abondants, recouvrement inférieur à 5 % de la surface relevée) et 2 (recouvrement variant de 5-25 %) ; les coefficients 3 (recouvrement de 25-50 %) et 4 (recouvrement de 50-75 %) n'ont été employés qu'en cas de faciès ; le coefficient 5 (recouvrement de plus de 75 %) n'a jamais dû être utilisé. La valeur de recouvrement se calcule de la manière suivante : partant du principe que le coefficient d'abondance-dominance 4 indique un recouvrement de 50-75 % dont la moyenne est de 62,5 %, le coefficient 3 un recouvrement de 25-50 % dont la moyenne est 37,5 %, le coefficient 2 un recouvrement de 5-25 % (moyenne 15 %), le coefficient 1 (5 % tendant vers 0 ; moyenne 2,5 %) et le coefficient + équivalant à 0,1 %, on effectue le total des moyennes correspondant à chacun des chiffres d'abondance-dominance attribués à l'espèce considérée ; ce total, divisé par le nombre de relevés effectués et, dans un but de facilité, multiplié par 100, fournit la valeur de recouvrement ;

3. les *faciès* éventuels dans lesquels domine (coefficients 3 ou 4) une seule espèce normalement présente dans l'association et qui est accompagnée d'un ensemble d'espèces permettant de rattacher le faciès à l'association, l'écologie du faciès étant la même que celle de l'association à laquelle il est rattaché ;

4. la *phénologie* (voir 5e partie : 128-131, tableau 35) ;

5. le *spectre biologique* brut (simple proportion de chaque type biologique) et le spectre biologique pondéré ;

6. le *spectre chorologique* brut (simple proportion de chaque chorotype) et le spectre chorologique pondéré. Les spectres biologiques et chorologiques pondérés consistent en la proportion de chaque type biologique ou de chaque chorotype, mais en tenant compte de la présence et de l'abondance de chaque espèce. Ces spectres pondérés sont, de la sorte, beaucoup plus significatifs que les spectres bruts et permettent une bien meilleure analyse de la végétation. Ces spectres pondérés s'établissent en convertissant en quantité moyenne (comme pour les valeurs de recouvrement) les chiffres d'abondance-dominance de toutes les espèces d'un même type biologique ou d'un même chorotype citées dans le tableau analytique et en divisant le total de ces quantités moyennes multiplié par 100 par le total des quantités moyennes de toutes les espèces citées dans le tableau analytique ;

7. la *répartition géographique* présumée de la végétation étudiée. S'il est aisé de comparer nos tableaux analytiques avec ceux publiés par Quézel dans sa synthèse sur la végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie (Quézel 1965), il est, par contre, *extrêmement malaisé* de comparer nos analyses phytosociologiques avec les données de la plupart des auteurs, surtout anglophones, se rapportant à la végétation saharo-sindienne située à l'est du Tchad jusqu'au Sind. Pour décrire la végétation, la plupart de ces auteurs utilisent, en effet, une autre méthode, beaucoup moins précise que la méthode phytosociologique. La *méthode physionomique* qu'ils emploient consiste en une simple description physionomique des divers aspects de la végétation, description accompagnée d'une liste plus ou moins complète des espèces dominantes, mais sans relevés phytosociologiques, ni tableaux analytiques, ni tableaux synthétiques. En procédant de la sorte, il arrive bien souvent que les types de végétation décrits, ou bien cachent des mélanges d'associations qui ne sont donc pas individualisées, ou bien ne correspondent qu'à des faciès d'une même association, ce qui entraîne une multiplication inutile des types de végétation décrits ;

8. le *tableau synthétique* dans lequel les espèces, avec leur valeur de recouvrement, sont classées selon le type de végétation au sein duquel elles se rencontrent de préférence,

avec mise en évidence des *espèces préférentielles*, voire des *espèces caractéristiques*, de la végétation étudiée. Dans ce tableau synthétique figurent également les *espèces transgressives* (espèces qui, bien que présentes dans un relevé, n'appartiennent pas au groupement étudié, mais proviennent manifestement d'une végétation contiguë), ainsi que les *compagnes* (espèces qui ont été observées dans divers types de végétation sans présenter un optimum net dans l'un d'eux) ;

9. la *localisation précise des relevés effectués* ;

10. une *illustration* de la végétation étudiée, les photographies correspondant le plus souvent à des relevés phytosociologiques effectués.

Enfin, des *tableaux synthétiques généraux*, avec les valeurs de recouvrement, ont été dressés pour la végétation hygrophile, pour la végétation de la partie gréseuse du massif, ainsi que pour la végétation des parties granitiques et gneissiques, afin de bien montrer dans quel type de végétation se situe l'optimum de développement de chaque espèce.

De plus, des *tableaux comparatifs des spectres chorologiques pondérés* ont été établis pour chacun de ces trois grands types de végétation, dans le but de mieux mettre en évidence le caractère saharo-sindien et/ou le caractère tropical africain de la végétation.

Avant de passer à l'énumération des divers types de végétation identifiés au Jebel Uweinat, il convient de rappeler une nouvelle fois (voir 4e partie : 61-63, tableau 28) que la présente étude a été effectuée en *période interpluviale*, c'est-à-dire après une période de sécheresse de plusieurs années et donc que les analyses suivantes de la végétation devraient être complétées par des analyses effectuées après de fortes pluies.

Signalons, d'autre part, que *toute* la végétation rencontrée au Jebel Uweinat est localisée, soit dans les innombrables gorges qui sillonnent le massif, soit dans les plaines ou dans le lit des nombreux oueds installés dans les zones d'épandage de piedmont. *Partout ailleurs le substrat est dépourvu de toute végétation.*

Mentionnons également que, dans la plupart des types de végétation identifiés, *le couvert végétal n'est jamais continu*, les individus sont toujours séparés les uns des autres laissant apparaître le substrat nu entre eux.

Rappelons, enfin, que tous les noms de plantes mentionnés dans les relevés effectués sont authentifiés par des spécimens d'herbier dont les déterminations figurent dans les trois premières parties de ce travail et qui sont déposés au Jardin botanique national de Belgique, à Meise (BR). *Il est donc possible de contrôler aisément les dénominations des espèces citées.*

Voici, classés selon la nature du substrat, les 15 types de végétation reconnus au Jebel Uweinat pour lesquels 212 relevés phytosociologiques ont été effectués (fig. hors-texte 23) :

A. *La végétation hygrophile*

1. la végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés aux abords du seul abreuvoir ;
2. la végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur sable humide en permanence ;
3. la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* sur minces plages vaseuses temporairement humides (*Crypsio vaginiflorae-Eragrostietum humifusae*) ;

4. la végétation hétérogène des eaux permanentes ;

B. *La végétation de la partie gréseuse du massif*

5. la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* sur sables fixés (*Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*) ;
6. la végétation de basses altitudes à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de grès (*Aervo bovei-Fagonietum indicae*) ;
7. la végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul ;
8. la végétation de moyennes altitudes à *Atractylis aristata* dans des gorges sur sable parsemé de blocs de grès (*Atractylidetum aristatae*) ;
9. la végétation de transition de moyennes altitudes des gorges dans le grès ;
10. la végétation d'altitude des gorges dans le grès à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus* (*Ochradeno baccati-Lavanduletum antineae*) ;
11. la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* sur gravillon gréseux dans les zones d'épandage de piedmont (*Fagonio arabicae-Stipagrostietum acutiflorae*) ;
12. la végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives ;

C. *La végétation des parties granitiques et gneissiques du massif*

13. la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de granite et/ou de gneiss (*Fagonio thebaicae-Cleometum droserifoliae*) ;
14. la végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont (*Cleometum chrysanthae*) ;
15. la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* (pâturages à *Tribulus*) sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont.

Ces 15 types de végétation se répartissent en 8 associations végétales (toutes nouvelles), une végétation de transition, une végétation hétérogène, 2 types de végétation hygrophile encore incomplètement définis et 3 végétations dérivées. Ces dernières dérivent d'une association existante par appauvrissement floristique extrême ; elles ne se composent, en effet, que d'un très petit nombre d'espèces dont une, parfois deux, est dominante. Ces végétations dérivées ne comportent aucune espèce caractéristique, toutes leurs espèces composantes existent dans l'association dont elles dérivent. Enfin, ces végétations dérivées sont toujours installées en des endroits situés plus en aval que les associations dont elles dérivent, endroits qui correspondent à la limite extrême de l'étalement des eaux de ruissellement, endroits donc plus xériques ; la plupart des espèces de ces trois végétations dérivées étaient d'ailleurs complètement desséchées lors de notre séjour au Jebel Uweinat.

E. Etude des groupements végétaux

I. La végétation hygrophile

Il peut paraître un peu surprenant de décrire des types de végétation plus ou moins liés à l'eau en des régions hyperarides caractérisées par des périodes interpluviales de plusieurs années. Quatre types de végétation hygrophile, tous herbacés, ont pourtant été reconnus, la plupart pauvrement représentés il est vrai (voir fig. hors-texte 23) :

1. végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés aux abords du seul abreuvoir, vers 630 m d'altitude ;
2. végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur sable humide en permanence, entre 660 et 710 m d'altitude ;
3. végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* sur minces plages vaseuses temporairement humides, entre 700 et 1650 m d'altitude (*Crypsio vaginiflorae - Eragrostietum humifusae*) ;
4. végétation hétérogène des eaux permanentes, entre 650 et 920 m d'altitude.

1. La végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés aux abords du seul abreuvoir

Cette végétation herbacée anthropo-nitrophile n'a été rencontrée qu'une seule fois au Jebel Uweinat, à Ain Zuweia vers 630 m d'altitude, sur du gravillon granitique, à

Tableau 2. Tableau analytique de la végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés

Table 2. Analytical association table of the anthropo-nitrophilous vegetation growing on slightly humidified spots

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)			Présence sur 1	Valeur de recouvrement
			Numéro du relevé	4		
			Altitude (m)	630		
			Surface du relevé (m)	20 20		
			Recouvrement total (%)	2		
			Nombre des espèces	8		
			Strate prostrée			
			Recouvrement	1		
			Strate dressée			
			Recouvrement	1		
			Hauteur (cm)	10-40		
			Strate prostrée			
SNS	Th.p	[illegible]	Astragalus vogelii subsp. vogelii	+.1	1	10
Pal-Te	H.p	58	Citrullus colocynthis	+.1	1	10
Cosm	Th.p	2	Portulaca oleracea	+.1	1	10
Pan	Th.p	1	Tribulus cf. terrestris var. orientalis	+.1	1	10
			Strate dressée			
Cosm	G.r	5	Cynodon dactylon	+.1	1	10
Pal	Th.é	1	Dactyloctenium aegyptium	+.1	1	10
Pan	Th.é	1	Setaria adhaerens	+.1	1	10
Pal	G.r	1	Sporobolus spicatus	+.1	1	10

proximité du seul abreuvoir où les militaires du poste libyen viennent chercher l'eau et où passe de temps en temps une caravane de chameaux.

Les 8 espèces relevées, citées dans le tableau analytique 2, les unes prostrées, les autres érigées, étaient toutes en fleurs au moment du relevé (fin octobre 1968). Le recouvrement de la végétation est extrêmement faible (de l'ordre de 2 %) par suite de la rareté des espèces observées. Cinq espèces sur 8 possèdent, en effet, un coefficient de présence totale particulièrement peu élevé et n'ont été rencontrées que 1-2 fois seulement dans tout le massif du Jebel Uweinat.

Le tableau 3 donne une idée des *spectres biologiques* de cette végétation au sein de laquelle les thérophytes constituent 50 %.

Tableau 3. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés

Table 3. Unweighted and weighted biological spectra of the anthropo-nitrophilous vegetation growing on slightly humidified spots

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (4)	50,0 %	50,0 %
Géophytes (2)	25,0 %	25,0 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,0 %
Hémicryptophytes (1)	12,5 %	12,5 %
Chaméphytes (0)	0,0 %	0,0 %
Plurisaisonnières (1)	12,5 %	12,5 %
Phanérophytes (0)	0,0 %	0,0 %
	100 %	100 %

Les *spectres chorologiques* de cette végétation sont représentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés

Table 4. Unweighted and weighted chorological spectra of the anthropo-nitrophilous vegetation growing on slightly humidified spots

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèce saharo-sindienne endémique (SNS) (1)	12,5 %		12,5 %	
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (3)	37,5 %		37,5 %	
Pal (2)		25,0 %		25,0 %
Pal-Tc (1)		12,5 %		12,5 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (4)	50,0 %		50,0 %	
Pan (2)		25,0 %		25,0 %
Cosm (2)		25,0 %		25,0 %
	100 %		100 %	

Il résulte clairement du tableau 4 que la grande majorité des espèces (7 sur 8), dont les 5 espèces caractéristiques, présentent une très large répartition géographique (87,5 %).

Cette végétation anthropo-nitrophile est donc principalement composée de très rares «mauvaises herbes», à très large distribution géographique, liées à l'homme et aux troupeaux et dont l'introduction au Jebel Uweinat semble récente.

Le relevé de la présente végétation montre une certaine affinité floristique avec la végétation des endroits périodiquement irrigués signalée par Zohary (1973 : 644). Au sein de l'alliance du *Digitarion sanguinalis*, cet auteur groupe diverses associations existant en Israël, au sein desquelles se retrouvent, en effet, la plupart des espèces anthropo-nitrophiles citées dans le tableau analytique 2.

Le tableau synthétique de cette végétation anthropo-nitrophile est représenté dans le tableau 5.

Tableau 5. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation anthropo-nitrophile des endroits légèrement humidifiés

Table 5. Synthetical association table, with cover values, of the anthropo-nitrophilous vegetation growing on slightly humidified spots

Nombre des relevés	1
Nombre total des espèces	8
Espèces caractéristiques des endroits légèrement humidifiés	
Dactyloctenium aegyptium	10
Portulaca oleracea	10
Setaria adhaerens	10
Sporobolus spicatus	10
Tribulus cf. terrestris var. orientalis	10
Espèce des bords des eaux permanentes	
Cynodon dactylon	10
Transgressive de la végétation sur gravillon granitique	
Citrullus colocynthis	10
Compagne	
Astragalus vogelii subsp. vogelii	10

Cinq des 8 espèces relevées peuvent être considérées comme des espèces anthropo-nitrophiles caractéristiques, *Cynodon dactylon* comme une espèce des bords des eaux permanentes, *Citrullus colocynthis* comme une espèce transgressive de la végétation développée sur gravillon granitique à dominance de *Cleome chrysantha* et, enfin, *Astragalus vogelii* subsp. *vogelii* comme compagne.

Localisation du relevé

Relevé 4 : Ain Zuweia, aux environs de l'abreuvoir du poste militaire, gravillon granitique humide, 20.10.1968.

2. La végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur sable humide en permanence

Dans le Karkur Murr, étroit oued encombré de gros blocs de grès, existent trois séries de petites mares permanentes situées en plein air, la première série vers 650-670 m d'altitude, la deuxième vers 700 m et la troisième vers 710-720 m (voir 1[ère] partie, fig. 28). Ces petites mares sont entourées d'une croûte blanche de natron (Murr signifie mare natronée). Des animaux, surtout des chèvres, des ânes et des chameaux, viennent y boire périodiquement,

surbroutent la végétation souvent au ras du sol, la surpiétinent et souillent l'eau de leurs déjections.

Aux alentours de ces mares, sur du sable humide en permanence, se développe une végétation herbacée, hygro-nitrophile, clairsemée, au sein de laquelle *Polypogon monspeliensis* est toujours présent (tableau analytique 6).

Ce type de végétation a été observé à 4 reprises seulement, entre 660 et 710 m d'altitude, et *uniquement dans la partie gréseuse du massif* ; les 3 espèces caractéristiques de cette végétation n'ont été rencontrées, en effet, *que* sur ce substrat sablonneux.

Au moment des relevés, toutes les espèces étaient en fleurs, sauf les *Portulaca* et les *Acacia* représentés par des plantules. L'état verdoyant de cette végétation s'explique évidemment par l'humidification permanente du substrat.

La surface occupée par cette végétation n'est guère étendue et ne dépasse pas quelques m². Le recouvrement total est particulièrement faible, de l'ordre de 5-10 %, par suite vraisemblablement de l'action des herbivores. Le nombre des espèces par relevé varie entre 2 et 9 et le nombre total des espèces relevées n'atteint que 10, dont une hépatique et une mousse. Deux strates ont été distinguées, une strate prostrée comportant 6 espèces et une strate dressée, naine, de 2-8 cm de haut, composée de *Polypogon*, de deux espèces d'*Eragrostis* et de plantules d'*Acacia*.

Tableau 6. Tableau analytique de la végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur sable humide en permanence

Table 6. Analytical association table of the hygro-nitrophilous Polypogon monspeliensis *vegetation on permanently moist sand*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)						Présence sur 4	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	28bis	30	123	126		
			Altitude (m)	660	710	700	670		
			Surface des relevés (m²)	2	3	3	3		
			Recouvrement total (%)	< 5	5	5	10		
			Nombre des espèces	2	7	9	3		
			Strate prostrée						
			Recouvrement (%)	1	1	1	–		
			Hauteur (cm)	1	0-1	0-2	–		
			Strate dressée						
			Recouvrement (%)	< 5	5	5	10		
			Hauteur (cm)	4-8	2-8	2-8	5		
			Strate prostrée						
Pan	–	3	Funaria convexa	+.2	+.1	+.2	–	3	7
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	–	+.1	+.1	–	2	5
Cosm	–	4	Riccia cavernosa	–	–	+.2	–	1	2
Pal-Tc	Th.p	1	Amaranthus graecizans subsp. graecizans	–	–	+.1	–	1	2
SNS	Th.p	7	Astragalus vogelii subsp. vogelii	–	–	+.1	–	1	2
Cosm	Th.p	2	Portulaca oleracea	–	+.1	–	–	1	2
			Strate dressée						
Cosm	Th.p	4	Polypogon monspeliensis	1.1	1.1	1.1	2.2	4	562
S	Th.é	8	Eragrostis aegyptiaca subsp. humifusa	–	+.2	+.1	+.1	3	7
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	–	+.1	+.1	+.1	3	7
SS	Th.é	6	Eragrostis ciliaris var. brachystachya	–	+.2	+.1	–	2	5

Dans le tableau 7, figurent les *spectres biologiques*, brut et pondéré, des 8 phanérogames de cette végétation.

Tableau 7. Spectres biologiques, brut et pondéré, des 8 phanérogames de la végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis*

Table 7. Unweighted and weighted biological spectra of the 8 phanerogams of the hygro-nitrophilous Polypogon monspeliensis *vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (7)	87,5 %	98,74 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Chaméphytes (0)	0,0 %	0,00 %
Plurisaisonnières (0)	0,0 %	0,00 %
Phanérophytes (1 ; plantules)	12,5 %	1,26 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré traduit bien l'écrasante majorité des thérophytes au sein de cette végétation hygro-nitrophile (98,74 %).

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, des 10 espèces de cette végétation figurent dans le tableau 8.

Tableau 8. Spectres chorologiques, brut et pondéré, des 10 espèces de la végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis*

Table 8. Unweighted and weighted chorological spectra of the 10 species of the hygro-nitrophilous Polypogon monspeliensis *vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (3)	30 %		2,48 %	
S (1)		10 %		1,24 %
SNS (1)		10 %		0,41 %
SS (1)		10 %		0,83 %
Espèce de liaison trirégionale (SS-SM-IT) (1)	10 %		0,83 %	
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (2)	20 %		1,65 %	
Pal (1)		10 %		1,24 %
Pal-Tc (1)		10 %		0,41 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (4)	40 %		95,04 %	
Pan (1)		10 %		1,24 %
Cosm (3)		30 %		93,80 %
	100 %		100 %	

Le spectre chorologique pondéré, bien plus significatif que le spectre brut, montre qu'au sein de cette végétation hygro-nitrophile l'importance saharo-sindienne est quasi nulle (2,48 %), mais que, par contre, les espèces à très large distribution, dont les 3 espèces caractéristiques, sont, de loin, les mieux représentées (plus de 95 %, dont 93,80 % rien que pour les espèces cosmopolites).

La végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis* sur sable humide en permanence est donc une végétation à très nette dominance de thérophytes cosmopolites.

Le tableau synthétique 9 montre la répartition des 10 espèces relevées entre divers groupes écologiques. Les espèces caractéristiques, au nombre de 3 (*Polypogon*, *Funaria*

et *Amaranthus*), n'ont été rencontrées *que* dans ce type de végétation ; leur coefficient de présence totale (PT) oscille entre 1 et 4, ce qui est le reflet de leur rareté.

Tableau 9. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation hygro-nitrophile à *Polypogon monspeliensis*

Table 9. Synthetical association table, with cover values, of the hygro-nitrophilous Polypogon monspeliensis *vegetation*

Nombre des relevés	4
Nombre total des espèces	10
Espèces caractéristiques de la végétation à Polypogon	
Polypogon monspeliensis	562
Funaria convexa	7
Amaranthus graecizans subsp. graecizans	2
Espèces caractéristiques de la végétation des plages vaseuses à Eragrostis-Crypsis	
Eragrostis aegyptiaca subsp. humifusa	7
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	5
Riccia cavernosa	2
Espèce caractéristique des endroits légèrement humidifiés	
Portulaca oleracea	2
Compagnes	
Euphorbia granulata	5
Astragalus vogelii subsp. vogelii	2
Accidentelle (plantules)	
Acacia tortilis sensu lato	7

Localisation des relevés

Relevé 28bis : Karkur Murr, premières sources dès l'aval, gorge encombrée de blocs de grès, bord d'une petite mare entourée d'une croûte blanche de natron, sur sable humide, 10.11.1968.

Relevé 30 : Karkur Murr, troisièmes sources dès l'aval, gorge dans le grès, sur les bords d'une mare entourée d'une couche de natron, endroit surbrouté par les chèvres, 11.11.1968.

Relevé 123 : Karkur Murr, deuxièmes sources dès l'aval, oued encombré de gros blocs de grès, bord d'une petite mare entourée d'une croûte blanche de natron, eau polluée par les déjections de chèvres, d'ânes et de chameaux, sur sable humide, endroit surpâturé et surpiétiné, 23.12.1968.

Relevé 126 : Karkur Murr, premières sources dès l'aval, gorge encombrée de blocs de grès, sur les bords d'une mare entourée d'une couche de natron, 23.12.1968.

3. La végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* sur minces plages vaseuses temporairement humides (*Crypsio vaginiflorae - Eragrostietum humifusae*)

Cette végétation herbacée naine se développe sur de minces couches de vase qui, dans le fond d'étroites gorges, tapissent de petites vasques dans lesquelles de l'eau a stagné pendant un certain temps.

Nous avons observé cette végétation à 7 reprises, à des altitudes variant de 700-1650 m et *uniquement dans la partie gréseuse du massif*. Toutes les espèces caractéristiques de cette association n'ont été rencontrées, en effet, *que* dans la partie gréseuse du Jebel (voir 4e partie, tableau 19, p. 32), sauf *Eragrostis ciliaris* var. *brachystachya* qui a été observé

Tableau 10. Tableau analytique de la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* sur minces plages vaseuses temporairement humides

Table 10. Analytical association table of the Eragrostis aegyptiaca *subsp.* humifusa *and* Crypsis vaginiflora *dwarf vegetation on thin muddy temporarily wet spots*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)									Présence sur 7	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	23	35	55	61	136	138	201		
			Altitude (m)	730	700	950	1650	1230	1260	1200		
			Surface des relevés (m²)	10	1	5	5	1	5	2		
			Recouvrement total (%)	40	10	50	40	< 5	60	50		
			Nombre des espèces	8	7	6	7	2	8	9		
			Strate prostrée									
			Recouvrement (%)	10	< 5	10	–	–	< 5	40		
			Strate inférieure									
			Recouvrement (%)	30	< 5	50	40	< 5	60	–		
			Hauteur (cm)	1-3	1-3	1-2	2-3	1-2	1-3	–		
			Strate supérieure									
			Recouvrement (%)	10	5	–	5	–	< 5	10		
			Hauteur (cm)	(3)4-5(12)	2-5 (-25)	–	5	–	3-5	3-6(10)		
			Strate prostrée									
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	–	+.1	–	–	–	+.1	+.1	3	4
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa	–	–	+.1	–	–	+.1	+.1	3	4
Cosm	–	4	Riccia cavernosa	2.1	–	2.1	–	–	–	–	2	428
–	–	1	Leptestheria cortieri	–	–	–	–	–	–	3.3	1	536
–	–	–	Spirogyra sp.	–	–	–	–	–	–	2.2	1	214
SNS	Th.p	1	Astragalus vogelii subsp. vogelii	–	+.1	–	–	–	–	–	1	1
			Strate inférieure									
SS-SM	Th.é	10	Polycarpaea robbairea	1.1	+.1	–	1.1	+.1	+.1	2.1	6	290
S	Th.é	8	Eragrostis aegyptiaca subsp. humifusa	1.1	–	3.3	2.1	+.2	4.4	–	5	1680
SS-Sa-SM	Th.é	6	Crypsis vaginiflora	3.3	+.1	1.2	2.1	–	2.2	–	5	1001
Cosm	Th.é	1	Pseudognaphalium luteoalbum	–	–	–	2.1	–	–	–	1	214
Pan	H.c	1	Enneapogon desvauxii	–	–	–	+.1	–	–	–	1	1
			Strate supérieure									
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	+.1	1.1	1.1	1.1	–	1.1	1.1	6	180
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	–	–	1.1	+.1	–	+.1	–	3	38
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	–	+.1	–	–	–	+.1	+.1	3	4
SS	Th.é	6	Eragrostis ciliaris var. brachystachya	–	1.1	–	–	–	–	2.1	2	250
Pan	Th.é	1	Chloris virgata	2.1	–	–	–	–	–	–	1	214
Pan	Th.é	2	Aristida adscensionis	+.1	–	–	–	–	–	–	1	1
Pal-Tc	Th.é	1	Eragrostis cilianensis	–	–	–	–	–	–	+.1	1	1
Pal-Tc	Th.é	2	Mollugo cerviana var. cerviana	+.1	–	–	–	–	–	–	1	1

5 fois sur le grès et une fois seulement sur le granite, ainsi que *Mollugo cerviana* var. *cerviana* rencontré une fois sur le gneiss.

La végétation étudiée était complètement desséchée, mais de nombreux individus portaient encore des fruits et parfois des fleurs desséchées, rares étaient les individus en fleurs.

Cette végétation se développe sur de petites surfaces de l'ordre de 1-5 m², rarement davantage. Le recouvrement total atteint ordinairement 40-60 % et le nombre des espèces oscille généralement entre 6 et 9 par relevé. Le total des espèces figurant dans les 7 relevés effectués s'élève à 19, dont 16 phanérogames, 1 algue, 1 hépatique et un crustacé bivalve (tableau analytique 10).

Trois strates ont été distinguées :

- une strate prostrée où se rencontrent notamment *Riccia cavernosa* et un minuscule crustacé bivalve *Leptestheria cortieri* ;
- une strate inférieure composée d'espèces naines de 1-3 cm de hauteur, comprenant principalement *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* qui se présentent généralement sous forme de touffes denses ;
- une strate supérieure, à très faible recouvrement, atteignant (2)3-6(-25) cm de hauteur, composée notamment d'espèces plurisaisonnières comme *Francoeuria undulata*, *Heliotropium bacciferum* et *Aristida mutabilis* subsp. *mutabilis*.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, des 16 phanérogames de cette végétation naine à *Eragrostis* et *Crypsis* sont représentés dans le tableau 11.

Tableau 11. Spectres biologiques, brut et pondéré, des 16 phanérogames de la végétation naine à *Eragrostis* et *Crypsis*

Table 11. Unweighted and weighted biological spectra of the 16 phanerogams of the Eragrostis-Crypsis *dwarf vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (12)	75,00 %	97,68 %
Géophytes (0)	0,00 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,00 %	0,00 %
Hémicryptophytes (1)	6,25 %	0,04 %
Chaméphytes (0)	0,00 %	0,00 %
Plurisaisonnières (3)	18,75 %	2,28 %
Phanérophytes (0)	0,00 %	0,00 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré, qui correspond beaucoup mieux à la réalité puisqu'il tient compte de l'abondance des espèces, montre la dominance quasi exclusive des thérophytes et des espèces plurisaisonnières au sein de cette végétation naine, avec une écrasante majorité de thérophytes (97,68 %).

Le tableau 12 fait apparaître, lui, les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation.

Tableau 12. Spectres chorologiques, brut et pondéré, des 16 phanérogames et de l'hépatique de la végétation naine à *Eragrostis* et *Crypsis*

Table 12. Unweighted and weighted chorological spectra of the 16 phanerogams and the liverwort of the Eragrostis-Crypsis *dwarf vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (3)	17,65 %		44,74 %	
S (1)		5,88 %		38,92 %
SNS (1)		5,88 %		0,03 %
SS (1)		5,88 %		5,79 %
Espèce de liaison birégionale (SS-SM) (1)	5,88 %		6,72 %	
Espèces de liaison trirégionale (4)	23,53 %		24,29 %	
SS-Sa-SM (3)		17,65 %		24,19 %
SS-SM-IT (1) ..		5,88 %		0,10 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (4) ...	23,53 %		4,33 %	
Pal (2)		11,76 %		4,27 %
Pal-Tc (2)		11,76 %		0,06 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (5)	29,41 %		19,92 %	
Pan (3)		17,65 %		5,03 %
Cosm (2)		11,76 %		14,89 %
	100 %		100 %	

Le spectre chorologique brut n'offre guère d'intérêt, puisque, selon lui, le total des espèces saharo-sindiennes endémiques et des espèces de liaison birégionale n'atteindrait que 23,53 % (17,65 % + 5,88 %). Le spectre chorologique pondéré, lui, reflète bien mieux la réalité : il montre que les espèces saharo-sindiennes endémiques représentent 44,74 % à elles seules et qu'avec les espèces de liaison birégionale (6,72 %) elles dépassent la majorité (51,46 %). Ce dernier spectre montre ainsi que l'association à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* est, avant tout, une association saharo-sindienne (44,74 %) et principalement saharienne (38,92 % dus à la présence d'*Eragrostis aegyptiaca*). Au sein de cette association l'influence de la zone de transition régionale du Sahel (Sa) et du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai (SM) est néanmoins perceptible, par suite de la présence de *Crypsis vaginiflora* (SS-Sa-SM) et de *Polycarpaea robbairea* (SS-SM), deux parmi les 10 espèces caractéristiques de ce groupement. La présente végétation devrait donc se retrouver en divers endroits de la sous-zone régionale saharienne (S), principalement en Egypte et dans le nord du Sudan.

Le nanisme *remarquable* de cette végétation (1-3 cm de hauteur !) résulte de la minceur du substrat, ainsi que de la rareté et de la courte durée de son humidification. Le cycle biologique complet des espèces caractéristiques, dont 9 sur 10 sont du type thérophyte, s'accomplit, en effet, en quelques semaines avant que le mince substrat ne soit complètement desséché (tachythérophytes).

Ce phénomène de nanisme avait déjà été souligné par Gillet dans son travail sur la végétation de l'Ennedi (Gillet 1968 : 72-73), travail dans lequel cet auteur mentionne diverses espèces, telles *Eragrostis ciliaris* et *Aristida adscensionis*, qui présentent «cette faculté de produire des accomodats nains».

La présente association présente des affinités avec une végétation signalée par Leredde (1954 : 22-26) au Tassili-N'Ajjer dans des conditions écologiques un peu différentes.

Cette végétation du Tassili se caractérise cependant par une plus grande richesse en espèces, mais surtout par la dominance de *Spergula rubra*, de *Juncus bufonius* et de *Cotula anthemoides*, trois espèces non signalées à Uweinat. Quant aux espèces dominantes de la végétation d'Uweinat, comme *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa*, *Crypsis vaginiflora*, *Polycarpaea robbairea*, *Eragrostis ciliaris* var. *brachystachya*, *Chloris virgata* et *Pseudognaphalium luteoalbum*, elles ne sont signalées que plus rarement, ou même pas du tout, dans la végétation précitée du Tassili.

Cette végétation à *Eragrostis* et *Crypsis* du Jebel Uweinat montre également une certaine analogie écologique avec divers groupements de thérophytes décrits au Sahara central et au Sahara méridional par Quézel sur vases et sables humides, mais leur composition floristique est très différente (Quézel 1965 : 194-200 et 311-315).

La présente association semble donc ne pas encore avoir été décrite. Nous proposons de la désigner sous le nom de *Crypsio vaginiflorae-Eragrostietum humifusae*, ass. nov. (relevé-type : relevé 61 du tableau analytique 10).

Ainsi que le fait bien apparaître le tableau synthétique 13, les 19 espèces rencontrées au sein de cette végétation naine peuvent se répartir de la façon suivante :

- une algue verte, *Spirogyra* sp., relicte de la végétation aquatique algale, dont les longs filaments desséchés persistent entremêlés parmi les espèces de la strate inférieure ;
- deux espèces relictes d'une végétation et d'une faune pionnières qui se sont développées sur la vase humide parmi les plantules des espèces érigées. L'une d'elles est une hépatique, *Riccia cavernosa*, de quelques mm de diamètre à peine, qui persiste à l'état desséché pendant les longues périodes de sécheresse et dont les spores germeront lors de la prochaine humidification du substrat (voir à ce propos Jovet-Ast 1964). L'autre espèce est un Crustacé Branchiopode bivalve de l'Ordre des Conchostracés, *Leptestheria cortieri*, qu'a bien voulu déterminer le Prof. Th. Monod (Monod 1974a). Cette espèce, qui ressemble à une minuscule moule de 2-3 mm de long à peine, est connue de divers endroits dans les régions sahariennes et sahéliennes, notamment dans l'Ennedi ;
- un lot de 10 espèces caractéristiques, à coefficient de présence totale (PT) peu élevé oscillant entre 1 et 10, qui trouvent leur optimum de développement au sein de cette végétation naine et *qui toutes*, à l'exception d'*Enneapogon desvauxii*, *sont des thérophytes érigés*. Parmi elles, figurent 7 graminées, dont principalement *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa*, *Crypsis vaginiflora*, *Eragrostis ciliaris* var. *brachystachya* et *Chloris virgata* ;
- quatre espèces préférentielles d'autres types de végétation et dont le coefficient de présence totale est, cette fois, nettement plus élevé (18-66). Ces espèces ne sont vraisemblablement que des espèces transgressives de végétations contiguës ;
- enfin, deux espèces compagnes présentes dans divers groupements rencontrés notamment dans la partie gréseuse du massif.

Il convient de mentionner ici le relevé 116 effectué le 20.12.1968, vers 800 m d'altitude, dans un oued en amont d'Ain Duarme, dans le Karkur Bu-Hleiga, affluent gauche du Karkur Ibrahim, c'est-à-dire en plein coeur de la partie *granitique* du Jebel Uweinat (fig. 1).

Tableau 13. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora*

Table 13. Synthetical association table, with cover values, of the Eragrostis aegyptiaca *subsp.* humifusa *and* Crypsis vaginiflora *dwarf vegetation*

Nombre des relevés	7
Nombre total des espèces	19
Relicte de la végétation algale	
Spirogyra sp.	214
Relictes de la végétation et de la faune pionnières des vases temporairement humides	
Leptestheria cortieri	536
Riccia cavernosa	428
Espèces caractéristiques de la végétation à Eragrostis-Crypsis	
Eragrostis aegyptiaca subsp. humifusa	1680
Crypsis vaginiflora	1001
Polycarpaea robbairea	290
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	250
Chloris virgata	214
Pseudognaphalium luteoalbum	214
Aristida adscensionis	1
Enneapogon desvauxii	1
Eragrostis cilianensis	1
Mollugo cerviana var. cerviana	1
Espèce préférentielle de la végétation à Atractylis	
Heliotropium bacciferum	38
Espèce préférentielle de la végétation de transition	
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	4
Espèces préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Francoeuria undulata	180
Lotononis platycarpa	4
Compagnes	
Euphorbia granulata	4
Astragalus vogelii subsp. vogelii	1

La végétation naine relevée, entièrement desséchée, la seule de ce type observée sur le granite, colonisait une petite dépression, parmi des blocs de granite, recouverte d'une fine couche de vase desséchée de 3 m^2 de superficie. Le milieu dans lequel s'est développée cette végétation est donc identique à celui décrit pour la végétation à *Eragrostis* et *Crypsis* (minces plages vaseuses temporairement humides), sauf que le substrat rocheux de base est cette fois *granitique et non gréseux*.

Strate prostrée (recouvrement 40 %)	
Spirogyra sp.	3.3
Euphorbia granulata	+.1
Strate inférieure (recouvrement 5 % ; hauteur 1-3 cm)	
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	1.1
Strate supérieure (recouvrement < 5 % ; hauteur 5 cm)	
Francoeuria undulata	+.1

Le relevé 116 ci-dessus montre que cette végétation naine développée sur granite ne se compose que de 4 espèces, toutes présentes également dans la végétation à *Eragrostis* et *Crypsis* croissant sur le grès (tableau analytique 10). Cependant 9 espèces caractéristiques de cette dernière végétation sur 10 (tableau synthétique 13) manquent, dont les deux plus importantes (*Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora*). Cette absence s'explique par le fait que ces 9 espèces n'existent pas dans la partie granitique du massif. La seule espèce caractéristique présente est *Eragrostis ciliaris* var. *brachystachya*. Pour ces deux raisons (substrat rocheux différent et absence de la presque totalité des espèces caractéristiques), nous n'avons pas inclus ce relevé 116 dans le tableau analytique 10.

Il est intéressant de signaler qu'une analyse de la faune aquatique d'un échantillon de vase desséchée, en provenance du Karkur Talh (fig. 1), a été effectuée par De Ridder *et al.* (1989). Ces chercheurs y ont décelé la présence de 17 organismes dont une espèce de Conchostracé du genre *Leptestheria* qu'ils nomment *L. dahalacensis*, mais ils ne mentionnent pas le *L. cortieri* signalé à Uweinat par Monod en 1974 sur base de notre matériel.

Localisation des relevés

Relevé 23 : petite dépression dans le fond d'un oued sur grès débouchant dans Karkur Talh, plage vaseuse desséchée de 10 m^2 et 1 cm d'épaisseur reposant sur du sable, 4.11.1968.

Relevé 35 : gorge dans le grès non loin de Wadi Mardain, pente faible, petite dépression à l'ombre des rochers de grès, mince couche de vase desséchée de 1 m^2, 14.11.1968.

Relevé 55 : Wadi Wahesh, dans le grès, plage de vase desséchée de 5 m^2 et 1 cm d'épaisseur, 29.11.1968.

Relevé 61 : près du sommet de Wadi Wahesh, étroite gorge encombrée de blocs de grès avec un peu de sable, fine plage de vase desséchée de 5 m^2, vu une très jeune plante broutée à ras d'*Ochradenus baccatus*, 30.11.1968.

Relevé 136 : plateau Hassanein, plateau gréseux dominant Karkur Talh et Karkur Murr, à une des têtes de source de Wadi Talh, mince pellicule de vase desséchée de 1 m^2 reposant sur du sable, 28.12.1968.

Relevé 138 : ibid., mince pellicule vaso-sableuse de 5 m^2 sur laquelle de l'eau a stagné, 29.12.1968.

Relevé 201 : oued au pied du mont de Bono, petit creux parmi des blocs de grès, fine couche de vase desséchée de 2 m^2, 12.1.1969.

4. La végétation hétérogène des eaux permanentes

La présente végétation herbacée se développe dans l'eau des rares points d'eau permanents existant au Jebel Uweinat et dont la liste a été donnée dans la 1re partie de ce travail (p. 257-258) lors de l'étude de la végétation algale.

Il convient tout d'abord de distinguer les points d'eau permanents situés dans la partie *granitique* du massif de ceux rencontrés dans la partie *gréseuse*.

Les premiers sont le plus souvent *cachés* parmi des rochers et leur eau est *douce*, peu ou *non polluée* par les herbivores. Généralement aucune végétation herbacée ne se développe dans ces eaux, parfois un ou quelques petits palmiers-dattiers (*Phoenix dactylifera*) croissent sur leurs bords. Dans un cas cependant (à Ain Zuweia), une maigre végétation composée de *Phragmites* et de *Typha* a été observée (tableau analytique 14, relevé du 6.1.1965 et relevé 170).

Dans la partie gréseuse du massif par contre, principalement dans le Karkur Murr, se rencontrent de petites mares permanentes en *plein air*, entourées d'une couche blanchâtre de *natron* et dont l'eau est souvent *fortement polluée* par les déjections des herbivores. Une végétation plus riche en espèces, mais souvent piétinée et surbroutée, se développe dans ces eaux.

Ces deux types de végétation, observés donc dans les parties granitiques et gréseuses du massif, ont été réunis dans le tableau analytique 14. Il ressort de l'examen de ce dernier que la végétation de la partie granitique est identique à celle de la partie gréseuse, mais qu'elle est beaucoup plus pauvre, puisque diverses espèces n'y figurent point, comme *Juncus rigidus* et *Imperata cylindrica* var. *cylindrica*, espèces rencontrées exclusivement dans la partie gréseuse du massif (voir 4e partie, tableau 19).

Cette végétation n'a été rencontrée qu'entre 650 et 920 m d'altitude ; elle était généralement en fleurs, sauf là où les herbivores l'avaient broutée à ras.

Par suite du peu d'étendue des mares permanentes (quelques m généralement), la concurrence entre les espèces croissant dans l'eau est telle qu'*aucune zonation n'apparaît* (figure 2). A l'oasis de Kufra, située à 320 km environ au nord-ouest du Jebel Uweinat, l'oasis la plus proche, la végétation qui se développe autour des lacs plus ou moins salés se présente, par contre, sous forme de larges bandes concentriques bien individualisées. Cette *zonation* caractéristique, en partant des eaux libres, comprend une phragmitaie à *Phragmites*, une prairie à *Cyperus laevigatus* et *Cynodon*, une jonchaie à *Juncus*, un groupement à *Imperata*, ainsi que des fourrés à *Tamarix* avant d'atteindre la palmeraie à *Phoenix dactylifera*.

Rien de tel au Jebel Uweinat. La végétation observée ici se présente comme une *mosaïque* de trois groupements monospécifiques étroitement imbriqués qui se télescopent



Figure 2. Karkur Murr, petit oued sur la rive gauche, Ain el Brins, mare parmi des blocs de grès, végétation hétérogène des eaux permanentes, avec Typha domingensis, Imperata cylindrica *var.* cylindrica *et* Juncus rigidus, *680 m d'altitude, relevé 130, 24.12.1968.*

Figure 2. Karkur Murr, small wadi on the left bank, Ain el Brins, a pool between blocks of sandstone, heterogeneous vegetation near permanent waters, with *Typha domingensis, Imperata cylindrica* var. *cylindrica* and *Juncus rigidus*, 680 m, relevé 130, 24.12.1968.

Tableau 14. Tableau analytique de la végétation hétérogène des eaux permanentes

Table 14. Analytical association table of the heterogeneous vegetation on edges of permanent waters

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)		Eaux douces, dans le granite		Eaux ± natronées, polluées, dans le grès					Présence sur 7	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	6.1.1965	170	30bis	32	124	126bis	130		
			Altitude (m)	650	650	710	920	700	670	680		
			Surface des relevés (m²)	2	2	4	1	10	30	2		
			Recouvrement total (%)	20	20	40	30	100	60	70		
			Nombre des espèces	2	3	4	3	4	6	3		
			Strate herbacée inférieure									
			Recouvrement (%)	–	< 5	< 5	< 5	80	5	–		
			Hauteur (cm)	–	20-30	5-20	2	2	20-30	–		
			Strate herbacée moyenne									
			Recouvrement (%)	–	–	20	20	5	40	20		
			Hauteur (cm)	–	–	5	40	30-60	60-80	50-100		
			Strate herbacée supérieure									
			Recouvrement (%)	20	20	30	–	–	5	50		
			Hauteur (m)	2-3	2-3	1	–	–	1	2		
			Strate ligneuse									
			Recouvrement (%)	–	–	–	20	20	10	–		
			Hauteur (m)	–	–	–	4	5	4	–		
			Strate herbacée inférieure									
Cosm	G.r	5	Cynodon dactylon	–	–	+.2	–	5.5	1.2	–	3	1287
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	–	+.1	–	–	–	+.1	–	2	3
Pan	–	1	Molendoa sendtneriana	–	–	–	+.1	–	–	–	1	1
			Strate herbacée moyenne									
Pal-Tc	Hél	6	Juncus rigidus	–	–	2.2	2.2	1.2	2.2	1.2	5	714
Pal-Tc	G.r	8	Imperata cylindrica var. cylindrica	–	–	2.2	–	1.2	2.2	2.2	4	678
			Strate herbacée supérieure									
Pal-Tc	Hél	4	Phragmites australis subsp. altissimus	1.2	1.2	3.3	–	–	1.1	–	4	643
Pan	Hél	3	Typha domingensis	2.2	2.2	–	–	–	–	3.3	3	964
			Strate ligneuse									
SS-Sa-IT2	Ph.p	8	Phoenix dactylifera	–	–	–	+.2	2.2	+.1	–	3	217

et qu'il est impossible de séparer : une phragmitaie, une typhaie et une jonchaie. Cette végétation ne constitue pas une association, mais forme un *ensemble hétérogène*. Tout au plus pourrait-on dire, avec une certaine bonne volonté, que les *Phragmites* et les *Typha* sont plus souvent *dans* l'eau vers le centre des mares, que les *Juncus* ont tendance à se trouver dans l'eau mais *sur les bords des mares* et que les *Imperata* et les *Cynodon* colonisent plutôt les *rebords* de ces mares.

Ces diverses espèces hygrophiles, qui n'existent plus que dans les quelques mares permanentes encore existantes au Jebel Uweinat, appartiennent, selon toute vraisemblance, à une *flore résiduelle* représentée actuellement par des vestiges d'une végétation hygrophile anciennement plus développée autour d'étendues d'eau plus importantes.

Le nombre des espèces oscille entre 2 et 6 par relevé et le nombre total des espèces relevées n'atteint que 8, dont une mousse. Dans la strate inférieure domine *Cynodon dactylon* qui constitue parfois de petites plages (relevé 124) ; la strate moyenne ne comprend que *Juncus rigidus* et *Imperata cylindrica* var. *cylindrica*, tandis que la strate supérieure, de 1-3 m de haut, se compose des *Phragmites* et des *Typha*.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, des 7 phanérogames de ce groupement sont représentés dans le tableau 15.

Tableau 15. Spectres biologiques, brut et pondéré, des 7 phanérogames de la végétation hétérogène des eaux permanentes

Table 15. Unweighted and weighted biological spectra of the 7 phanerogams of the heterogeneous vegetation on edges of permanent waters

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Géophytes (2)	28,6 %	43,61 %
Hélophytes (3)	42,8 %	51,51 %
Hémicryptophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Chaméphytes (0)	0,0 %	0,00 %
Plurisaisonnières (1)	14,3 %	0,06 %
Phanérophytes (1)	14,3 %	4,82 %
	100 %	100 %

Il ressort de l'examen du spectre biologique pondéré que la présente végétation hétérogène des eaux permanentes est caractérisée par la dominance des hélophytes (51,51 % représentant les 3 espèces caractéristiques) et des géophytes (43,61 %), ainsi que par l'absence des thérophytes.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, figurent dans le tableau 16.

Le spectre chorologique pondéré (tableau 16) fait apparaître l'écrasante majorité des espèces à très large distribution géographique (95,18 %), parmi lesquelles dominent les espèces répandues dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes de l'Ancien Monde (Pal-Tc ; 45,15 %). Ce spectre montre également l'*absence totale* d'espèces saharo-sindiennes et d'espèces de liaison birégionale.

Les données précitées indiquent clairement que la présente végétation hétérogène des eaux permanentes doit être largement représentée dans toutes les régions paléotropicales. Elle a été maintes fois signalée, en effet, soit sous forme «concentrée» comme au Jebel

Tableau 16. Spectres chorologiques, brut et pondéré, des 8 espèces de la végétation hétérogène des eaux permanentes

Table 16. Unweighted and weighted chorological spectra of the 8 species of the heterogeneous vegetation on edges of permanent waters

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèce de liaison trirégionale (SS-Sa-IT2) (1)	12,5 %		4,82 %	
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (4)	50,0 %		45,21 %	
Pal (1)		12,5 %		0,06 %
Pal-Tc (3)		37,5 %		45,15 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (3)	37,5 %		49,97 %	
Pan (2)		25,0 %		21,42 %
Cosm (1)		12,5 %		28,55 %
	100 %		100 %	

Uweinat, soit sous forme de bandes concentriques bien individualisées dans et autour des lacs et des sources (voir notamment Leredde 1954 : 20-21, Boulos 1966, Zohary 1973, Danin 1983, Bornkamm & Kehl 1990 : 199-209, ainsi que Zahran & Willis 1992).

Le tableau synthétique 17 de cette végétation hétérogène montre que les 3 espèces caractéristiques de la phragmitaie, de la typhaie et de la jonchaie constituent un ensemble, certes hétérogène, mais propre à ce type de végétation des eaux permanentes.

Tableau 17. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation hétérogène des eaux permanentes

Table 17. Synthetical association table, with cover values, of the heterogeneous vegetation on edges of permanent waters

Nombre des relevés	7
Nombre total des espèces	8
Espèce caractéristique de la phragmitaie	
Phragmites australis subsp. altissimus	643
Espèce caractéristique de la typhaie	
Typha domingensis	964
Espèce caractéristique de la jonchaie	
Juncus rigidus	714
Espèces des bords des eaux permanentes	
Cynodon dactylon	1287
Imperata cylindrica var. cylindrica	678
Phoenix dactylifera	217
Molendoa sendtneriana	1
Espèce préférentielle de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Francoeuria undulata	3

Localisation des relevés

Relevé du 6.1.1965 : Ain Zuweia, point permanent d'eau douce et potable, caché dans les rochers granitiques et alimentant l'abreuvoir du poste militaire, 6.1.1965.

Relevé 30bis : Karkur Murr, troisièmes sources dès l'aval, gorge dans le grès, mare entourée d'une couche de natron, endroit surbrouté et pollué par les chèvres, 11.11.1968.

Relevé 32 : au pied des falaises orientales du plateau Hassanein surplombant Karkur Murr, petite gorge dans le grès, minuscule point d'eau (quelques gouttes !) entouré d'un dépôt blanchâtre de natron, 12.11.1968.

Relevé 124 : Karkur Murr, deuxièmes sources dès l'aval, oued encombré de gros blocs de grès, petite mare entourée d'une croûte blanche de natron, eau polluée par les déjections de chèvres, d'ânes et de chameaux, endroit surbrouté, 23.12.1968.

Relevé 126bis : Karkur Murr, premières sources dès l'aval, gorge encombrée de blocs de grès, mare entourée d'une couche de natron, 23.12.1968.

Relevé 130 : petit oued encombré de gros blocs de grès et débouchant rive gauche près de l'embouchure de Karkur Murr, Ain el Brins, mare peu profonde entourée d'un dépôt blanc de natron, fig. 2, 24.12.1968.

Relevé 170 : Ain Zuweia, point d'eau douce et potable, caché dans les rochers granitiques et alimentant l'abreuvoir du poste militaire, 5.1.1969.

5. Tableau synthétique général des 4 types de végétation hygrophile

Le tableau 18 représente le tableau synthétique général des 4 types de végétation hygrophile rencontrés au Jebel Uweinat. Il fait bien apparaître la composition floristique de chacun d'eux, ainsi que la richesse floristique de la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora*.

Ce tableau est basé sur 19 relevés et comprend un total de 36 espèces, dont 28 sont liées à l'eau. Ces dernières, comme l'indique le tableau, possèdent un coefficient de présence totale (PT) peu à très peu élevé oscillant entre 1 et 8 (10), reflet de leur rareté au Jebel Uweinat. Les 8 autres espèces, étrangères à cette végétation hygrophile, mais qui y sont présentes fortuitement, possèdent, par contre, un coefficient de présence totale nettement plus élevé, variant de (7)18-66(110), indice de leur présence dans d'autres groupements.

6. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 4 types de végétation hygrophile

Le tableau 19 consiste en un tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 4 types de végétation hygrophile rencontrés au Jebel Uweinat.

Il fait apparaître clairement que :

1. dans trois types de végétation, le pourcentage des espèces à très large distribution est écrasant (87,50 % ; 96,69 % ; 95,18 %), avec, corrélativement, absence ou faible pourcentage des espèces saharo-sindiennes endémiques, des espèces de liaison birégionale et même des espèces de liaison trirégionale. *Ces trois types de végétation présentent donc un caractère très nettement paléotropical, pantropical et cosmopolite* ;

2. dans un seul type de végétation, par contre, la végétation naine à *Eragrostis aegyptiaca* subsp. *humifusa* et *Crypsis vaginiflora* développée sur de minces plages vaseuses temporairement humides, les espèces saharo-sindiennes endémiques et les espèces de liaison birégionale emportent la majorité (51,46 %), avec 38,92 % pour les espèces sahariennes (S). *Seule cette végétation présente un caractère nettement saharien.*

Tableau 18. Tableau synthétique général, avec les valeurs de recouvrement, des 4 types de végétation hygrophile du Jebel Uweinat

Table 18. General synthetical association table, with cover values, of the 4 hygrophilous vegetation types of Jebel Uweinat

	Coefficients de présence totale (PT)	Végétation anthropo-nitrophile	Polypogon	Eragrostis Crypsis	Végétation des eaux permanentes
Nombre des relevés		1	4	7	7
Nombre total des espèces		8	10	19	8
Dactyloctenium aegyptium	1	10	–	–	–
Portulaca oleracea	2	10	2	–	–
Setaria adhaerens	1	10	–	–	–
Sporobolus spicatus	1	10	–	–	–
Tribulus cf. terrestris var. orientalis	1	10	–	–	–
Polypogon monspeliensis	4	–	562	–	–
Funaria convexa	3	–	7	–	–
Amaranthus graecizans subsp. graecizans	1	–	2	–	–
Spirogyra sp.	–	–	–	214	–
Leptestheria cortieri	1	–	–	536	–
Riccia cavernosa	4	–	2	428	–
Eragrostis aegyptiaca subsp. humifusa	8	–	7	1680	–
Crypsis vaginiflora	6	–	–	1001	–
Polycarpaea robbairea	10	–	–	290	–
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	6	–	5	250	–
Chloris virgata	1	–	–	214	–
Pseudognaphalium luteoalbum	1	–	–	214	–
Aristida adscensionis	2	–	–	1	–
Enneapogon desvauxii	1	–	–	1	–
Eragrostis cilianensis	1	–	–	1	–
Mollugo cerviana var. cerviana	2	–	–	1	–
Typha domingensis	3	–	–	–	964
Juncus rigidus	6	–	–	–	714
Phragmites australis subsp. altissimus	4	–	–	–	643
Espèces des bords des eaux permanentes					
Cynodon dactylon	5	10	–	–	1287
Imperata cylindrica var. cylindrica	8	–	–	–	678
Phoenix dactylifera	8	–	–	–	217
Molendoa sendtneriana	1	–	–	–	1
Espèce préférentielle de la végétation à Atractylis					
Heliotropium bacciferum	66	–	–	38	–
Espèce préférentielle de la végétation de transition					
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	61	–	–	4	–
Espèces préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus					
Francoeuria undulata	30	–	–	180	3
Lotononis platycarpa	18	–	–	4	–
Transgressive					
Citrullus colocynthis	58	10	–	–	–
Compagnes					
Astragalus vogelii subsp. vogelii	7	10	2	1	–
Euphorbia granulata	40		5	4	–
Accidentelle					
Acacia tortilis sensu lato (plantules)	110	–	7	–	–

Tableau 19. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 4 types de végétation hygrophile

Table 19. Comparative table between the weighted chorological spectra of the 4 hygrophilous vegetation types

	Végétation anthropo-nitrophile	Polypogon	Eragrostis Crypsis	Végétation des eaux permanentes
Espèces saharo-sindiennes endémiques	12,50 %	2,48 %	44,74 %	–
S	–	1,24 %	38,92 %	–
SNS	12,50 %	0,41 %	0,03 %	–
SS	–	0,83 %	5,79 %	–
Espèces de liaison birégionale (SS-SM)	–	–	6,72 %	–
Espèces de liaison trirégionale ..	–	0,83 %	24,29 %	4,82 %
SS-Sa-SM	–	–	24,19 %	–
SS-Sa-IT2 .	–	–	–	4,82 %
SS-SM-IT	–	0,83 %	0,10 %	–
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde .	37,50 %	1,65 %	4,33 %	45,21 %
Pal ...	25,00 %	1,24 %	4,27 %	0,06 %
Pal-Tc	12,50 %	0,41 %	0,06 %	45,15 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde	50,00 %	95,04 %	19,92 %	49,97 %
Pan	25,00 %	1,24 %	5,03 %	21,42 %
Cosm	25,00 %	93,80 %	14,89 %	28,55 %

II. La végétation de la partie gréseuse du massif

Comme il a été exposé précédemment (1ère partie : 237-238 et 4e partie : 27-28) et comme le montre bien la fig. 1, le Jebel Uweinat se compose d'une moitié orientale *gréseuse*, s'étendant de la base du massif (600 m) à son sommet (1880 m), d'une moitié occidentale *granitique*, s'étendant de 600-1300(-1450) m, et de pourtours *gneissiques* entre 580 et 850 m d'altitude.

Il a été montré également (4e partie : 29-38) que les flores développées sur les parties gréseuses et granitiques du massif étaient assez distinctes et que celle de la partie gréseuse était sensiblement plus riche en espèces.

Dans la partie gréseuse, les 8 types suivants de végétation ont été reconnus en fonction de la nature du substrat, de l'altitude et de la composition floristique (fig. hors-texte 23) :

1. végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* sur sables fixés, entre 630 et 840(1350) m d'altitude (*Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*) ;
2. végétation de basses altitudes à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de grès, entre 600 et 1000(-1100) m d'altitude (*Aervo bovei- Fagonietum indicae*) ;
3. végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul, entre 630 et 650 m d'altitude ;
4. végétation de moyennes altitudes à *Atractylis aristata* dans des gorges sur sable parsemé de blocs de grès, entre 1000 et 1400 m d'altitude (*Atractylidetum aristatae*) ;
5. végétation de transition de moyennes altitudes des gorges dans le grès, entre (750-)850 et 1600 m d'altitude ;
6. végétation d'altitude des gorges dans le grès à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus*, entre 1250 et 1850 m d'altitude (*Ochradeno baccati-Lavanduletum antineae*) ;
7. végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* sur gravillon gréseux dans les zones d'épandage de piedmont, entre 600 et 880 m d'altitude (*Fagonio arabicae- Stipagrostietum acutiflorae*) ;
8. végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives, entre 600 et 850 m d'altitude.

On voit ainsi que la végétation de la partie gréseuse du Jebel Uweinat peut se répartir en 5 associations végétales, 1 végétation de transition et 2 végétations dérivées d'associations existantes et caractérisées par un appauvrissement extrême en espèces.

1. La végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* sur sables fixés (*Crotalario thebaicae - Panicetum turgidi*)

La végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* est bien représentée au Jebel Uweinat. Elle existe en divers endroits, mais *uniquement sur des sables fixés*. On la rencontre, entre 630 et 840 m d'altitude, soit dans de larges vallées sablonneuses à faible pente (Karkur Talh), soit dans le lit d'oueds serpentant dans la plaine autour du Jebel Uweinat au sortir de gorges (Karkur Murr, Karkur Delein), soit encore sur de larges replats sablonneux dans des gorges de grès (Wadi Auki). Elle a été observée également, mais plus rarement, en altitude, vers 1350 m, colonisant de larges dépressions sablonneuses au sein même du massif.

Passons rapidement en revue ces divers milieux (fig. hors-texte 23).

1. *Karkur Talh* (relevés 6 et 18 ; fig. 3)

Cette très longue vallée, bordée de collines de grès, est située au nord-est du massif et se poursuit par le Wadi Talh ; l'ensemble atteint 15 km de long et 3-4 km dans les endroits les plus larges (fig. 1). Le sol est constitué de sable pur dépourvu de blocs de grès. A son débouché dans la plaine, cette vallée, qui en ce lieu n'atteint que 100-200 m de largeur, est recouverte par une petite dune qui en bouche la sortie. En cet endroit, la pente va dans le sens du massif et non dans le sens de la plaine. Ce Karkur se présente ainsi comme une *vallée fermée*. En cas de fortes pluies, les eaux qui dévalent du massif s'accumulent dans le fond de ce Karkur et forment de la sorte un petit lac temporaire (que nous n'avons pas vu). La profondeur de cette étendue d'eau peut atteindre 20-30 cm, et même davantage par endroits, à en juger par les traces que porte le bas de certains troncs (boue, cailloutis, branchages). Une partie de cette eau s'évapore, mais une grande partie pénètre dans le substrat sablonneux et va alimenter la nappe phréatique. Celle-ci ne doit guère être profonde. Les racines des milliers d'*Acacia tortilis* rencontrés dans la vallée (fig. 3) atteignent vraisemblablement cette nappe, ce qui explique non seulement l'abondance de cette espèce sur des



Figure 3. Wadi Talh, versant ouest avant Wadi Mardain, végétation boisée ouverte à Acacia tortilis *sensu lato et* Panicum turgidum *sur sable pur, 650 m d'altitude, relevé 18, 2.11.1968.*

Figure 3. Wadi Talh, western side before Wadi Mardain, *Acacia tortilis* sensu lato and *Panicum turgidum* open woody vegetation on pure sand, 650 m, relevé 18, 2.11.1968.

km dans le fond de la vallée jusqu'à 700 m d'altitude environ, mais aussi le développement de ces *Acacia* qui atteignent couramment 10 m et parfois même 20 m de hauteur et jusqu'à 60 cm de diamètre à la base. Ce port contraste nettement avec celui des *Acacia tortilis* rencontrés dans les gorges encombrées de blocs de grès (individus moins nombreux, moins élevés et plus chétifs). C'est manifestement dans ce Karkur Talh que ces *Acacia* trouvent leur optimum de développement. La régénération de cette espèce semble d'ailleurs très bonne dans cette vallée puisqu'on y observe des individus de toutes les tailles.

2. *Karkur Murr* (relevés 119-121 et 127 ; fig. 4 et 5)

Ce Karkur, encombré de gros blocs de grès, est situé au sud-est du massif (fig. 1). Son entrée est barrée par de gros éboulis gréseux en amont desquels existent trois séries de petites mares *permanentes* situées en plein air entre 650 et 720 m d'altitude. Contrairement au Karkur Talh qui est une vallée fermée, ce Karkur Murr se présente comme une *vallée ouverte* qui se prolonge dans la plaine par un large oued très vert de 7-8 km de long (fig. 4). Celui-ci est vraisemblablement alimenté par des eaux souterraines provenant de la zone des petites mares permanentes situées en amont. Le sol de cet oued est constitué de sable souvent surmonté d'une mince couche de gravillon gréseux, le tout reposant sur de l'argile compacte, brunâtre, subaffleurante par endroits, ce qui assure une *bonne économie en eau*. C'est dans cet oued de plaine que se développe une belle végétation à *Acacia tortilis, A. ehrenbergiana* et *Panicum turgidum* (fig. 5).

3. *Karkur Delein* (relevé 132)

Ce Karkur est situé à l'ouest du Karkur Murr, quelques km avant le début de la petraia, vaste pierrier de blocs de grès s'étendant entre Wadi Wahesh et Wadi Waddan (fig. 1). Comme le Karkur Murr, ce Karkur se prolonge dans la plaine par un oued dont le sol est formé de sable grossier mêlé à un fin cailloutis gréseux, l'ensemble reposant, ici aussi, sur de l'argile compacte brunâtre et subaffleurante. Dans le lit de cet oued planitiaire s'est installé un beau groupement composé des deux espèces d'*Acacia* et de touffes de *Panicum turgidum* (relevé 132). A l'ouest du Karkur Delein s'étend la petraia ; celle-ci est dépourvue de sable et, de ce fait, la végétation psammophile à *Acacia* et *Panicum* ne s'y développe pas.

4. *Wadi Auki* (relevés 14 et 210)

Ce Wadi constitue la partie supérieure du Wadi Hanzul situé sur le flanc nord du Jebel (fig. 1). Il consiste en un large replat circulaire, couvert de sable pur et bordé de falaises gréseuses de 30-100 m de haut. Ce replat est fermé à son extrémité amont par un éboulis à forte pente et se poursuit au-delà par un dédale de gorges dans un plateau gréseux. Une belle végétation à *Acacia tortilis, A. ehrenbergiana* et *Panicum turgidum* se développe dans la partie centrale de ce replat sablonneux dans lequel s'accumulent les eaux de pluie dont une faible partie seulement se déverse dans le Wadi Hanzul ; celui-ci ne se prolonge pas dans la plaine par un oued à *Acacia* et *Panicum*.

5. *En altitude* (relevés 86 et 208)

La végétation à *Acacia* et *Panicum* a été rencontrée à deux reprises en altitude au sein du massif même vers 1350 m : une première fois, entre le Wadi Abd el Malek et le plateau



Figure 4. Karkur Murr, oued de 7-8 km de long serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, végétation boisée ouverte à Acacia tortilis *sensu lato,* A. ehrenbergiana *et* Panicum turgidum *sur sable reposant sur de l'argile compacte, 640-650 m d'altitude, relevés 119-121, 22.12.1968.*

Figure 4. Karkur Murr, 7-8 km long wadi winding in the spreading zone of the Karkur, *Acacia tortilis* sensu lato, *A. ehrenbergiana* and *Panicum turgidum* open woody vegetation on sand lying on a bed of dense clay, 640-650 m, relevés 119-121, 22.12.1968.



Figure 5. Karkur Murr, à 3-4 km de l'entrée du Karkur, oued serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, végétation boisée ouverte, Acacia ehrenbergiana *et* Panicum turgidum *sur sable grossier, 650 m d'altitude, relevé 127, 24.12.1968.*

Figure 5. Karkur Murr, 3-4 km from the entrance of the Karkur, wadi winding in the spreading zone of the Karkur, open woody vegetation, with *Acacia ehrenbergiana* and *Panicum turgidum* on coarse sand, 650 m, relevé 127, 24.12.1968.

Italia (fig. 1) dans une large dépression sur du sable pur reposant sur de l'argile compacte subaffleurante, une seconde fois, sur les contreforts septentrionaux du mont de Bono (fig. 1) dans une très large dépression couverte de sable avec quelques blocs de grès çà et là.

Cette végétation à *Acacia* et *Panicum* n'a jamais été observée dans la partie granitique du massif, d'ailleurs de nombreuses espèces qui la constituent n'existent pas, ou exceptionnellement, sur le granite, comme *Panicum turgidum, Acacia ehrenbergiana* et *Crotalaria thebaica*.

Nous avons effectué 9 relevés de cette végétation entre 630 et 840 m d'altitude et 2 vers 1350 m (tableau 20). Cette dernière végétation altitudinale se distingue de la végétation planitiaire par l'absence de strate prostrée et donc de *Citrullus colocynthis*, par un nombre d'espèces constituantes plus réduit (7-9 au lieu de 6-15) par suite de l'absence de diverses espèces comme *Fagonia indica* var. *indica*, *Crotalaria thebaica* et *Senna italica* subsp. *italica*, ainsi que par la présence, par contre, de *Maerua crassifolia*, espèce plutôt connue en altitude dans le grès (800-1600 m). Par suite de la bonne représentation en altitude des 3 espèces planitiaires les plus importantes (*Panicum turgidum* et les 2 *Acacia*), les relevés 86 et 208, effectués vers 1350 m, peuvent être rattachés à la végétation planitiaire à *Acacia* et *Panicum* au titre de *variante altitudinale appauvrie*.

La végétation du Karkur Talh présentait un aspect plutôt desséché le 25.10.1968 (relevé 6) et le 2.11.1968 (relevé 18). Dans le Wadi Auki, la végétation était plutôt desséchée également le 29.10.1968 (relevé 14), mais était en fleurs le 17.1.1969 (relevé 210). Par contre, la végétation du Karkur Murr et du Karkur Delein était bien verte et fleurie les 22, 24 et 25.12.1968 (relevés 119-121, 127, 132). Ces données semblent être le reflet d'une poussée de la floraison en décembre et en janvier.

Le nombre d'espèces par relevé varie de 6-15 et le total des espèces relevées dans ce type de végétation s'élève à 25, ce qui est déjà appréciable pour un massif situé au cœur d'une région désertique dont la flore ne comprend que 86 espèces, mais 10 de ces 25 espèces ne figurent qu'une ou deux fois seulement dans l'ensemble des 11 relevés effectués.

Ainsi que le montre le tableau analytique 20, cinq strates ont été reconnues dans cette végétation boisée. Dans la strate prostrée, à très faible recouvrement, *Citrullus colocynthis* est toujours présent à de basses altitudes et est parfois accompagné de rares individus de 3 espèces de *Convolvulus*. Dans la strate inférieure, de 10-40 cm de haut et à recouvrement de 5-10 %, figurent une douzaine d'espèces, la plupart suffrutescentes, parmi lesquelles *Crotalaria thebaica*, *Fagonia indica* var. *indica* et *Senna italica* subsp. *italica* sont les plus présents. La strate moyenne, de 10-30(-50) % de recouvrement, est composée presque uniquement de *Panicum turgidum*, toujours présent sous forme de nombreuses touffes de 60-120 cm de haut souvent accompagnées de quelques *Aerva javanica* var. *bovei*. *Acacia ehrenbergiana*, presque toujours présent, constitue, à lui seul, la strate ligneuse inférieure, de (2)3-4(5) m de hauteur, dont le recouvrement varie entre 5 et 10(15) %. Enfin, la strate ligneuse supérieure, à recouvrement de (5-)10-20(-30) %, comprend les seuls, mais nombreux et toujours présents, *Acacia tortilis* qui atteignent (4-)6-10(-20) m de hauteur et auxquels, en altitude, se mêlent quelques *Maerua crassifolia*. Cette strate supérieure est *largement ouverte*, les cimes des arbres ne se joignant pas (fig. 3).

Tableau 20. Tableau analytique de la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum* sur sables fixés

Table 20. Analytical association table of the Acacia *and* Panicum turgidum *open woody vegetation on firm sands*

[illegible]	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)		Végétation planitiaire									Végétation [illegible]		Présence sur 11	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	6	14	18	119	120	121	127	132	210	86	208		
			Altitude (m)	630	760	650	640	650	650	650	630	840	1350	1350		
			Surface des relevés (m)	100 × 100	100 × 100	100 × 100	20 × 100	20 × 100	20 × 100	20 × 500	30 × 100	30 × 300	30 × 200	20 × 25		
			Recouvrement total (%)	25-30	40	40	20	25	50	50	40	50	50	40		
			Nombre des espèces	8	14	9	8	9	6	15	12	13	7	9		
			[illegible]													
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	8	[illegible]	8	[illegible]	[illegible]	5	[illegible]				
			[illegible]													
			Recouvrement (%)	[illegible]	[illegible]	8	10	5	[illegible]	5	5	10	10	5		
			Hauteur (cm)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	30-40	20	10-20	10-30	20-40	20	10-40		
			[illegible]													
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	20	10	40	50	30	30	50	5		
			Hauteur (cm)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	60-100	60-100	60-100	60-150	60-100	100		
			Strate ligneuse inférieure													
			[illegible]		5	8		2-5	10	15	5	10	5-10	10		
			Hauteur (m)		3-4	3-4		2	3-4	3	4-5	4-5	2-4	3-4		
			Strate ligneuse supérieure													
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	15	5	5	5	5	15	25	20	30		
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7	9	6	6	6-8	5-8	6-10	6-10		
			Strate prostrée													
Pal-Te	H p	58	Citrullus colocynthis	2 1	1 1	1 1	1 1	+ 1	+ 1	+ 1	1 1	1 1			9	252
SS-Sa	Ch p	9	Indigofera sessiliflora		+ 1		+ 1			+ 1		1 1			4	25
SS Sa-I	Ch p	7	Convolvulus prostratus		+ 1			+ 1		+ 1	+ 1				4	3
SA	Ch p	3	Convolvulus austroaegyptiacus							+ 1					1	0,9
SA	Ch p	1	Convolvulus cancerianus							+ 1					1	0,9
SS-Sa-SM	Th p	4	Limeum obovatum							+ 1					1	0,9
			Strate inférieure													
SS-Sa	Ch s	64	Crotalaria thebaica	1 1	1 1	1 1	+ 1	+ 1	+ 1	1 1	1 1	1 1			9	139
SS-SM-I	Pl s	132	Fagonia indica var. indica	1 1	1 1	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1	1 1	2 1			8	208
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica		1 1	+ 1	1 1	1 1		+ 1	+ 1	1 1			7	93
Pal	Pl s	69	Pulicaria incisa		[illegible]						+ 1	+ 1	1 1	1 1	5	48
S	Pl c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda		+ 1	+ 2				+ 1		+ 1			4	3
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	+ 1									+ 1	1 1	3	24
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis							+ 1	+ 1			+ 1	3	2
SS-Sa	Pl s	44	Morettia philaeana		1 2							1 1			2	45
[illegible]	[illegible]		[illegible]											+ 1	1	0,9
Pal	Pl s	30	Francoeuria undulata								+ 1				1	0,9
SS	Ch s	13	Salvia aegyptiaca											+ 1	1	0,9
SNS	Pl c	26	Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	+ 1											1	0,9
			Strate moyenne													
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	2 1	+ 1	3 1	2 1	2 1	3 1	3 1	3 1	3 1	3 1	1 1	11	2813
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei		+ 1		+ 1	+ 1	1 1	1 1	+ 1	+ 1			7	50
SS-Sa	Th é	22	Schouwia purpurea subsp. schimperi		[illegible]							1 1	+ 1		3	24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 1		1 1									2	45
			Strate ligneuse inférieure													
SS-Sa-SM	Mi Ph	39	Acacia ehrenbergiana		1 2	+ 1		+ 1	2 2	2 2	1 1	2 1	2 1	2 1	9	729
			Strate ligneuse supérieure													
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2 1	2 1	2 1	+ 1	1 1	+ 1	+ 1	2 1	3 1	2 1	3 1	11	1389
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia										+ 1	1 1	2	23

Au sein de cette végétation à *Acacia* et *Panicum* ne figure aucune espèce caractéristique *exclusive*, puisque toutes les espèces qui la constituent se retrouvent dans la végétation des gorges rocheuses qui débouchent dans les replats sablonneux que colonise la végétation à *Acacia* et *Panicum*. La comparaison entre les coefficients de présence totale dans tout le massif (PT) et les coefficients de présence au sein de la végétation à *Acacia* et *Panicum*, coefficients figurant dans le tableau analytique 20, montre immédiatement que toutes les espèces de cette végétation boisée sont présentes également dans d'autres types de végétation (à l'exception toutefois du très rare *Convolvulus cancerianus*). Certaines de ces espèces, cependant, trouvent manifestement leur optimum de développement au sein de cette végétation à *Acacia* et *Panicum*. Tel est le cas principalement de *Panicum turgidum*, d'*Acacia tortilis* et d'*A. ehrenbergiana* dont les valeurs de recouvrement atteignent respectivement 2813, 1389 et 729. Ces espèces peuvent être considérées dès lors comme des *espèces préférentielles* dont l'ensemble caractérise l'association.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré de cette végétation, sont représentés dans le tableau 21.

Tableau 21. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum*

Table 21. Unweighted and weighted biological spectra of the Acacia-Panicum *open woody vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (2)	8,0 %	0,46 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (1)	4,0 %	4,50 %
Chaméphytes (9)	36,0 %	50,15 %
Plurisaisonnières (9)	36,0 %	5,97 %
Phanérophytes (4)	16,0 %	38,92 %
	100 %	100 %

Alors que le spectre biologique brut donne l'impression que la végétation boisée à *Acacia* et *Panicum* comprend principalement des chaméphytes (36 %) et des espèces plurisaisonnières (36 %), le spectre pondéré, correspondant beaucoup mieux à la réalité, montre que cette végétation est surtout composée de chaméphytes (50,15 %), dont *Panicum turgidum*, dominés par des phanérophytes (38,92 %), dont les 2 espèces d'*Acacia*.

Dans le tableau 22 figurent les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation.

Le spectre chorologique pondéré montre clairement la dominance quasi exclusive des espèces de liaison à large distribution qui constituent (67,41 + 28,50) 95,91 % de l'ensemble. Parmi celles-ci dominent les espèces de liaison trirégionale qui représentent 67,41 %, dont 63,84 % se rapportent à des espèces de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS-Sa-SM) dont font partie *Panicum turgidum* et *Acacia ehrenbergiana*. Les espèces paléotropicales (Pal), parmi lesquelles figure *Acacia tortilis* sensu lato, représentent 24,24 %. L'importance des autres types de distribution est marginale, voire

Tableau 22. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum*

Table 22. Unweighted and weighted chorological spectra of the Acacia-Panicum *open woody vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (6)	24 %		0,14 %	
S (2)		8 %		0,07 %
SA (2)		8 %		0,03 %
SNS (1)		4 %		0,02 %
SS (1)		4 %		0,02 %
Espèces de liaison birégionale (SS-Sa) (4)	16 %		3,95 %	
Espèces de liaison trirégionale (11)	44 %		67,41 %	
SS-Sa-SM (9)		36 %		63,84 %
SS-Sa-I (1)		4 %		0,06 %
SS-SM-I (1)		4 %		3,51 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (4)	16 %		28,50 %	
Pal (3)		12 %		24,24 %
Pal-Tc (1)		4 %		4,26 %
	100 %		100 %	

quasi inexistante (cas des espèces saharo-sindiennes endémiques) ou même nulle (absence d'espèces pantropicales et cosmopolites).

Il ressort de l'examen de ce spectre chorologique pondéré que cette végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum* doit être largement répandue, principalement en Afrique tropicale, de préférence dans les phytochories saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS, Sa, SM), ainsi que dans la partie asiatique de la zone régionale saharo-sindienne.

Tel est bien le cas ! Ce type de végétation à *Acacia* et *Panicum turgidum* a été signalé, depuis longtemps déjà, par de nombreux auteurs, tant au Sahara et en Afrique tropicale que dans la partie asiatique de la zone régionale saharo-sindienne (voir par exemple Schulz 1979 : 240-241 ; White 1983 : 219 ; Bornkamm & Kehl 1990 : 188-193 et 215 ; Léonard 1992 : 376-379 ; Quézel *et al.* 1995 ; Chaudhary & Al-Jowaid 1999). Dans ces régions, cette végétation physionomiquement assez homogène, se présente souvent sous des aspects locaux plus ou moins distincts par la composition de leur cortège floristique. La comparaison entre eux de ces divers types de végétation à dominance d'*Acacia* et de *Panicum turgidum* est généralement très malaisée, parce que de nombreux auteurs (Zohary 1973 en particulier) ont utilisé, pour les décrire, des méthodes physionomiques distinctes de la méthode phytosociologique, ne donnant par conséquent qu'une liste, souvent fort incomplète, des espèces dominantes, sans tableaux analytiques et sans indications sur la présence, sur l'abondance ni sur la valeur de recouvrement des espèces.

Tel n'est fort heureusement pas le cas de Quézel dans son mémoire sur la végétation du Sahara (Quézel 1965), région où cette végétation à *Acacia-Panicum* est largement représentée.

Dans tout le Sahara tropical, Quézel (1965 : 160 sqq) signale l'existence de ce que Maire avait appelé «La savane désertique à *Acacia-Panicum*». Parmi les espèces les plus importantes de ce type de savane, Quézel cite les 7 espèces ligneuses suivantes, dont les trois premières existent au Jebel Uweinat (tableau analytique 20) : *Acacia tortilis* (cité sous le nom d'*A. raddiana*), *A. ehrenbergiana* (cité sous *A. seyal*), *Maerua crassifolia, Balanites aegyptiaca, Ziziphus mauritiana, Z. saharae* et *Capparis decidua*, ainsi que,

parmi les espèces herbacées vivaces, *Panicum turgidum*, très commun à Uweinat également.

Parmi cette végétation à *Acacia-Panicum*, Quézel reconnaît diverses associations au sein desquelles *Panicum turgidum* est presque toujours présent, ainsi que l'une ou l'autre espèce d'*Acacia*, voire les deux (*A. tortilis* et *A. ehrenbergiana*). Quézel propose de grouper ces associations en une alliance. De ce fait, les 3 espèces précitées deviennent des caractéristiques, non plus d'associations, mais de l'alliance, voire même des unités supérieures. Pour distinguer les associations, Quézel fait dès lors le plus souvent appel à d'autres espèces bien présentes.

Au sein de ces savanes à *Acacia-Panicum*, Quézel distingue 5 associations dans le Sahara tropical (1965 : 161 sqq) et 3 autres associations dans les massifs montagneux du Sahara méridional (1965 : 294 sqq). La végétation à *Acacia-Panicum* du Jebel Uweinat semble se situer au voisinage de l'une d'elles, l'association à *Senna italica* subsp. *italica* (cité sous le nom de *Cassia aschrek*) et *Panicum turgidum*, association qui représente l'aspect le plus habituel de cette savane désertique et qui est connue dans tout le Sahara tropical au-dessous de 1800 m d'altitude (Quézel 1965 : 162-167). Au sein de ces deux types de végétation, en effet, *Panicum turgidum* présente la valeur de recouvrement la plus élevée, suivi par *Acacia tortilis* et *A. ehrenbergiana* ; *Senna italica* subsp. *italica* est présent dans les deux cas également.

Il existe, par contre, diverses différences entre ces deux groupements, dont, à première vue, la grande pauvreté spécifique relative de la végétation à *Acacia-Panicum* du Jebel Uweinat, pauvreté due à l'aridité du climat : 25 espèces signalées dans 11 relevés à Uweinat, alors que le tableau analytique 39 de l'association à *Senna-Panicum* publié par Quézel (1965 : 164-165) mentionne l'existence de 62 espèces figurant dans 25 relevés.

Le cortège floristique est, lui, assez différent. Sur les 25 espèces signalées à Uweinat dans le tableau analytique 20, 12 seulement se retrouvent parmi les 62 espèces mentionnées par Quézel dans son tableau 39 précité, la plupart de ces 12 espèces étant considérées par Quézel comme des caractéristiques de son association ou des unités supérieures. Ceci signifie que 13 espèces sur 25 (la moitié !), présentes dans la végétation à *Acacia-Panicum* du Jebel Uweinat, ne figurent pas dans le cortège floristique de l'association à *Senna-Panicum*. Parmi ces 13 espèces, certaines méritent une attention particulière :

- *Crotalaria thebaica*, en tout premier lieu, espèce saharienne et sahélienne (SS1-Sa), présente dans les 9 relevés planitiaires avec une valeur de recouvrement de 139 (tableau analytique 20) ; son aire de distribution est limitée aux parties *orientales* du Sahara et du Sahel ; elle n'existe, en effet, qu'à l'*est* d'une limite aréale située à l'est du désert de Libye, entre la Libye et l'Egypte (voir 5e partie, tableau 32 et fig. 11). Cette espèce n'est mentionnée que deux fois seulement dans le travail de Quézel sur la végétation du Sahara ; Quézel ne la signale qu'au Tibesti, où elle semble très rare, au sein de l'association à *Cullen plicatum* (cité sous le nom de *Psoralea plicata*) et *Hyoscyamus muticus* ssp. *falezlez*, une des diverses associations décrites par Quézel au sein de la végétation désertique à *Acacia-Panicum* (Quézel 1965 : 172) ;
- *Fagonia indica* var. *indica* présent à Uweinat dans 8 des 9 relevés planitiaires effectués avec une valeur de recouvrement de 208 (tableau analytique 20) ; il est absent dans la moitié occidentale du Sahara et n'est connu, au Sahara, qu'à l'*est* d'une limite aréale située à l'ouest du désert de Libye (voir 5e partie, tableau 33) ;

- *Convolvulus prostratus*, espèce rare au Jebel Uweinat, présente dans 4 des 9 relevés planitiaires cités dans le tableau analytique 20 ;
- *Convolvulus austroaegyptiacus* et *C. cancerianus*, espèces très rares à Uweinat, présentes une fois seulement dans les 9 relevés planitiaires précités ; ce sont des espèces saharo-arabiques (SA) qui, comme *Crotalaria thebaica*, ne sont connues qu'à l'*est* d'une limite aréale située à l'est du désert de Libye (voir 5[e] partie, tableau 32).

La comparaison du tableau analytique 20 de la végétation à *Acacia-Panicum* du Jebel Uweinat avec le tableau 39 de la végétation à *Senna-Panicum* de Quézel (1965 : 164-165) montre qu'il s'agit de deux associations, voisines certes, mais différentes. Il est dès lors proposé, dans la logique du système adopté par Quézel (1965 : 160 sqq), de reconnaître cette végétation du Jebel Uweinat comme une association nouvelle, au sein de la «savane désertique à *Acacia-Panicum*», sous le nom d'association à *Panicum turgidum* et *Crotalaria thebaica* ou de *Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*, ass. nov. (relevé-type : relevé 132 du tableau analytique 20).

Dans le tableau synthétique de la végétation étudiée (tableau 23), figurent les 7 espèces qui se développent de préférence en son sein et dont l'ensemble permet de caractériser cette végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum*. Seize autres espèces de cette végétation ont été classées selon les divers types de végétation au sein desquels elles se développent de préférence. Enfin, deux espèces, *Pergularia tomentosa* et *Stipagrostis plumosa* subsp. *seminuda*, ont été considérées comme compagnes, parce que, dans la partie gréseuse du massif, elles se rencontrent dans divers types de végétation, sans marquer une nette préférence pour l'un d'eux.

Localisation des relevés

Relevé 6 : à l'entrée de Karkur Talh, sur sable pur, végétation desséchée et très broutée, 25.10.1968.

Relevé 14 : Wadi Auki, partie supérieure du Wadi Hanzul sur le flanc nord du Jebel Uweinat, sur sable pur, 29.10.1968.

Relevé 18 : Wadi Talh, versant ouest avant Wadi Mardain, large vallée sur sable pur, végétation desséchée, fig. 3, 2.11.1968.

Relevé 86 : montée du Wadi Abd el Malek vers le plateau Italia (sommet du Jebel Uweinat), large dépression sur sable pur reposant sur de l'argile compacte subaffleurante, végétation desséchée, 15.12.1968.

Relevé 119 : Karkur Murr, extrémité aval de l'oued serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, berges peu marquées, sable fin surmonté d'une mince couche de gravillon de grès mêlé à un peu de gravillon de gneiss et parsemé de quelques petits blocs de grès, le tout reposant sur de l'argile compacte affleurante par endroits, fig. 4, 22.12.1968.

Relevé 120 : Karkur Murr, à 1 km en amont de l'extrémité aval de l'oued serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, berges de 30-40 cm de haut, même substrat que celui du relevé 119, fig. 4, 22.12.1968.

Relevé 121 : Karkur Murr, à 2 km en amont de l'extrémité aval de l'oued serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, sable grossier à gros grains non recouvert de gravillon, fig. 4, 22.12.1968.

Relevé 127 : Karkur Murr, à 3-4 km de l'entrée du Karkur, oued serpentant dans la zone d'étalement du Karkur, sable grossier à gros grains entremêlé d'un peu de gravillon gréseux et gneissique, fig. 5, 24.12.1968.

Relevé 132 : Karkur Delein, entre Karkur Murr et Wadi Wahesh, quelques km avant la petraia, zone d'expansion de l'oued, dans le lit de l'oued sur sable grossier mêlé à un fin cailloutis gréseux, le tout reposant sur de l'argile compacte subaffleurante, 25.12.1968.

Relevé 208 : contreforts septentrionaux du mont de Bono, large dépression sur sable avec des blocs de grès épars, reposoir de mouflons, 13.1.1969.

Relevé 210 : Wadi Auki, sur sable pur, vu un individu desséché stérile de *Tribulus* sp., présence de nombreuses gazelles, 17.1.1969.

Tableau 23. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum*

Table 23. Synthetical association table, with cover values, of the Acacia *and* Panicum turgidum *open woody vegetation*

Nombre des relevés	11
Nombre total des espèces	25
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Panicum turgidum	2813
Acacia tortilis sensu lato	1389
Acacia ehrenbergiana	729
Citrullus colocynthis	252
Crotalaria thebaica	139
Indigofera sessiliflora	25
Convolvulus cancerianus	0,9
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Fagonia indica var. indica	208
Senna italica subsp. italica	93
Aerva javanica var. bovei	50
Morettia philaeana	45
Convolvulus prostratus	3
Convolvulus austroaegyptiacus	0,9
Limeum obovatum	0,9
Espèces préférentielles de la végétation à Atractylis	
Heliotropium bacciferum	24
Fagonia thebaica	0,9
Espèces préférentielles de la végétation de transition	
Schouwia purpurea subsp. schimperi	24
Maerua crassifolia	23
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	2
Espèces préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Pulicaria incisa	48
Francoeuria undulata	0,9
Salvia aegyptiaca	0,9
Espèce préférentielle de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	0,9
Compagnes	
Pergularia tomentosa	45
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	3

2. La végétation de basses altitudes à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de grès (*Aervo bovei – Fagonietum indicae*)

La présente végétation se rencontre (fig. 1 et fig. hors-texte 23) dans les parties inférieures des nombreuses gorges encombrées de gros blocs de grès (fig. 6) qui sillonnent la partie orientale gréseuse du Jebel Uweinat et qui débouchent généralement dans de larges vallées sablonneuses, comme Karkur Talh ou Wadi Talh, dans lesquelles se développe la végétation boisée ouverte à *Acacia* et *Panicum turgidum*. On l'observe également dans les grands pierriers de blocs de grès situés à l'embouchure des oueds de la partie méridionale du massif, comme Wadi Waddan, Wadi Wahesh et Karkur Delein (fig. 7 et 8).



Figure 6. Wadi Hanzul, entrée des gorges, oued garni de gros blocs de grès, végétation à Fagonia indica *var.* indica *et* Aerva javanica *var.* bovei, *680 m d'altitude, relevé 13, 28.10.1968.*

Figure 6. Wadi Hanzul, entrance of the gorges, wadi full of big blocks of sandstone, *Fagonia indica* var. *indica* and *Aerva javanica* var. *bovei* vegetation, 680 m, relevé 13, 28.10.1968.



Figure 7. Wadi Waddan, un peu en amont de l'embouchure, pierrier de blocs de grès, végétation à Fagonia indica *var.* indica *et* Aerva javanica *var.* bovei, *avec un* Acacia tortilis *sensu lato au centre, 750 m d'altitude, relevé 47, 24.11.1968.*

Figure 7. Wadi Waddan, little far above its mouth, flat ground covered with blocks of sandstone, *Fagonia indica* var. *indica* and *Aerva javanica* var. *bovei* vegetation, with an *Acacia tortilis* sensu lato in the middle, 750 m, relevé 47, 24.11.1968.



Figure 8. Embouchure d'un oued entre Wadi Waddan et Wadi Wahesh, grand pierrier de blocs de grès, végétation à Fagonia indica *var.* indica *et* Aerva javanica *var.* bovei, *avec des* Acacia ehrenbergiana, *600 m d'altitude, relevé 50, 26.11.1968.*

Figure 8. Mouth of a wadi between Wadi Waddan and Wadi Wahesh, flat ground covered with blocks of sandstone, *Fagonia indica* var. *indica* and *Aerva javanica* var. *bovei* vegetation, with some *Acacia ehrenbergiana*, 600 m, relevé 50, 26.11.1968.

Le tableau analytique hors-texte 24 renferme 28 relevés de cette végétation rencontrée uniquement entre 600 et 1000 (-1100) m d'altitude, c'est-à-dire dans les parties inférieures du massif. Cette limite altitudinale correspond parfaitement avec la limite altitudinale de 1000 m signalée lors de l'étude de la présence totale des espèces du Jebel Uweinat en fonction de l'altitude (voir 4e partie : 42-44).

Cette végétation se développe *uniquement* dans la partie gréseuse du massif, parmi de gros blocs de grès assez souvent entremêlés de petites plages de sable et parfois d'un peu de gneiss sur les pourtours du massif.

Dans le sud du massif, entre Wadi Waddan et Wadi Wahesh (fig. 1), s'étend un immense champ de pierres (la «petraia») constitué de blocs de grès reposant sur une couche d'argile dure, brun rouge, d'au moins 1 m d'épaisseur ; le sable y est très rare. La végétation de cette petraia (relevés 47-51) est identique à celle développée dans les parties inférieures des gorges, mais elle ne comprend aucun *Euphorbia*, ni *Convolvulus*, ni *Morettia*, mais, par contre, des *Aristida funiculata* s'y rencontrent alors qu'ils manquent dans les parties inférieures des gorges (voir le tableau analytique hors-texte 24).

Mérite d'être signalée l'existence en divers endroits du massif (Karkur Murr, Belpelli, Karkur Hamid), d'un *faciès* à *Fagonia indica* var. *indica* dans lequel cette espèce occupe environ 40 % de la surface relevée (relevés 131, 149 et 179).

Au sein de cette végétation, les thérophytes étaient le plus souvent desséchés à l'époque des relevés, mais portaient encore des fruits, tandis que les chaméphytes et les

espèces plurisaisonnières étaient la plupart en fleurs ou en fruits. L'aspect général de cette végétation des gorges était nettement plus fleuri en octobre et en novembre 1968 que celui, plus desséché, de la végétation à *Acacia-Panicum* sur sable à la même époque.

Comme l'indique le tableau analytique hors-texte 24, les surfaces relevées sont généralement fort étendues *par suite de la grande dispersion de nombreuses espèces*. Ces surfaces s'étendaient ordinairement sur la largeur des gorges et, en remontant celles-ci, sur des longueurs atteignant souvent 300-500 m.

Le recouvrement total de la végétation relevée varie généralement entre 20 et 40 %. Quant au nombre des espèces, il oscille entre (3-)5 et 23 selon les relevés, tandis que le total des espèces relevées atteint le nombre record de 48. Ce dernier nombre est particulièrement élevé si l'on se rappelle que l'ensemble de la végétation du massif du Jebel Uweinat ne se compose que de 86 espèces. Près de 56 % de la flore du Jebel Uweinat se rencontre donc au sein de la végétation de ces gorges ou de ces pierriers à blocs de grès, ce qui traduit bien la richesse de cette végétation. Il convient cependant de signaler, comme le montre la colonne des présences du tableau analytique hors-texte 24, que 12 de ces 48 espèces (soit 25 %) n'ont été rencontrées qu'une ou deux fois seulement lors des 28 relevés effectués.

La végétation étudiée peut se répartir en cinq strates, comme le fait apparaître le tableau analytique hors-texte 24. La strate prostrée, à recouvrement très faible voire nul, comprend une quinzaine d'espèces, dont les plus présentes sont *Citrullus colocynthis* et *Boerhavia diandra*. La strate inférieure, de 10-60 cm de hauteur et dont le recouvrement est le plus important (de 5-30 %, parfois jusqu'à 50 %), est la plus riche en espèces (23), dont la plupart sont suffrutescentes ; parmi ces dernières dominent *Fagonia indica* var. *indica* (présent 27 fois sur 28), *Aerva javanica* var. *bovei*, *Crotalaria thebaica* et *Pulicaria incisa*. La strate moyenne, de 50-100(-150) cm de haut et dont le recouvrement atteint rarement plus de 15 %, se compose de 7 espèces dont surtout *Panicum turgidum*. Dans la strate ligneuse inférieure, de (2)3-4(-5) m de hauteur et à faible recouvrement de l'ordre de 4-10(-15) %, ne figure qu'*Acacia ehrenbergiana*, souvent présent, accompagné de rares *Maerua crassifolia*. Enfin, *Acacia tortilis*, presque toujours présent, constitue à lui seul la strate ligneuse supérieure, de (4)5-8(-10) m de hauteur et dont le recouvrement ne dépasse que rarement 5 %.

Au sein de la présente végétation ne figure aucune espèce caractéristique *exclusive*, à part peut-être *Fagonia bruguierei* var. *bruguierei* et *Desmostachya bipinnata* (mais qui n'ont été rencontrés qu'une à deux fois seulement dans tout le massif !). Il suffit de comparer les coefficients de présence totale dans tout le massif (PT) avec les coefficients de présence au sein de la présente végétation, coefficients mentionnés dans le tableau analytique hors-texte 24, pour se rendre compte que presque toutes les espèces de cette végétation des blocs de grès sont présentes également dans d'autres types de végétation. Diverses espèces trouvent cependant leur optimum de développement au sein de la présente végétation, comme *Fagonia indica* var. *indica*, présent dans 27 relevés sur 28 avec une valeur de recouvrement de 896, et *Aerva javanica* var. *bovei*, présent 26 fois sur 28 avec une valeur de recouvrement de 706. Ces diverses espèces peuvent être considérées comme des *espèces préférentielles* dont l'ensemble caractérise l'association.

Le tableau 25 fait apparaître les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de la présente végétation.

Tableau 25. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei*

Table 25. Unweighted and weighted biological spectra of the Fagonia indica *var.* indica *and* Aerva javanica *var.* bovei *vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (12)	25,0 %	1,63 %
Géophytes (2)	4,2 %	2,26 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (2)	4,2 %	2,15 %
Chaméphytes (10)	20,8 %	38,00 %
Plurisaisonnières (17)	35,4 %	38,46 %
Phanérophytes (4)	8,3 %	17,47 %
Parasites (1)	2,1 %	0,03 %
	100 %	100 %

Ce spectre biologique pondéré montre que cette végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* est composée principalement de chaméphytes et d'espèces plurisaisonnières (38 % + 38,46 % soit 76,46 %) que ne dominent plus que 17,47 % de phanérophytes dont surtout *Acacia tortilis* et *A. ehrenbergiana*. *Ce spectre est donc fort différent du spectre biologique pondéré de la végétation à Acacia-Panicum*, dans lequel, nous l'avons vu (p. 50), les chaméphytes étaient majoritaires (50,15 %) avec un fort pourcentage de phanérophytes (38,92 %). Ce spectre montre également la très faible représentation des thérophytes (1,63 %), conséquence de la durée de la sécheresse.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, sont représentés dans le tableau 26.

Tableau 26. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei*

Table 26. Unweighted and weighted chorological spectra of the Fagonia indica *var.* indica *and* Aerva javanica *var.* bovei *vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (10)	20,83 %		2,84 %	
S (4)		8,33 %		1,58 %
SA (1)		2,08 %		0,02 %
SNS (3)		6,25 %		1,12 %
SS (2)		4,17 %		0,12 %
Espèces de liaison birégionale (10)	20,83 %		6,49 %	
SS-Sa (4)		8,33 %		6,05 %
SS-SM (5)		10,42 %		0,42 %
SS-KN (1)		2,08 %		0,02 %
Espèces de liaison trirégionale (15)	31,24 %		69,77 %	
SS-Sa-SM (12)		25,00 %		44,20 %
SS-Sa-I (1)		2,08 %		0,51 %
SS-SM-IT (1)		2,08 %		0,08 %
SS-SM-I (1)		2,08 %		24,98 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (11)	22,91 %		20,83 %	
Pal (8)		16,66 %		16,69 %
Pal-Tc (3)		6,25 %		4,14 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan) (2)	4,16 %		0,05 %	
	100 %		100 %	

Il résulte de l'examen du spectre chorologique pondéré que les espèces à large distribution sont très nettement dominantes au sein de cette végétation. Elles totalisent, en effet, 90,60 % de l'ensemble (69,77 % + 20,83 %). Parmi celles-ci, les espèces de liaison trirégionale sont les plus importantes (69,77 %) ; elles sont surtout représentées par des espèces de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS-Sa-SM) qui constituent 44,20 % de l'ensemble et dont font partie *Aerva javanica* var. *bovei*, *Panicum turgidum* et *Acacia ehrenbergiana*. Les espèces de liaison saharo-sindienne, de la Somalie-pays Masai et indienne (SS-SM-I), représentées par *Fagonia indica* var. *indica*, constituent, elles, près de 25 % de l'ensemble de cette végétation (24,98 %). Les espèces paléotropicales (Pal) constituent 16,69 % grâce surtout à *Acacia tortilis* sensu lato. Ce spectre souligne, d'autre part, l'importance fort réduite des espèces saharo-sindiennes endémiques (2,84 %) et des espèces de liaison birégionale (6,49 %), ainsi que des espèces pantropicales (0,05 %).

Il faut s'attendre, dès lors, à ce que ce type de végétation de basses altitudes, développé dans des gorges encombrées de blocs de grès ou sur des pierriers de blocs de grès, se rencontre dans les régions paléotropicales, surtout africaines, et principalement dans les phytochories saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS, Sa, SM), ainsi que dans la partie asiatique de la zone régionale saharo-sindienne.

Comme nous l'avons déjà signalé à propos de la végétation à *Acacia* et *Panicum turgidum* (p. 52), Quézel (1965) mentionne l'existence au Sahara tropical (1965 : 160 sqq) et dans les massifs montagneux du Sahara méridional (1965 : 294 sqq) de diverses associations au sein desquelles, comme dans le cas présent, *Panicum turgidum* est presque toujours présent, ainsi que l'une ou l'autre espèce d'*Acacia*, voire les deux (*A. tortilis* et *A. ehrenbergiana*).

La présente association présente des affinités avec l'une ou l'autre des diverses associations reconnues par Quézel, notamment avec l'association à *Senna italica* var. *italica* (cité sous le nom de *Cassia aschrek*) et *Panicum turgidum* (Quézel 1965 : 162-167), mais elle se distingue de toutes celles-ci non seulement par sa composition floristique, mais bien souvent aussi par la valeur de recouvrement des espèces communes fort différente. Il semble indiqué dès lors de considérer comme association nouvelle la présente végétation développée à de basses altitudes dans des gorges et sur des pierriers de blocs de grès. Nous proposons de la dénommer association à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* d'après les deux espèces les plus présentes et à valeurs de recouvrement les plus élevées (*Aervo bovei-Fagonietum indicae*, ass. nov. ; relevé-type : relevé 24 du tableau analytique hors-texte 24).

La présente végétation montre de nettes affinités avec la végétation à *Acacia* et *Panicum turgidum* décrite ci-avant. Toutes deux possèdent en commun, en effet, diverses espèces, mais la valeur de recouvrement de ces dernières est le plus souvent fort différente, reflétant ainsi la préférence de ces espèces pour l'un ou l'autre type de végétation. Parmi ces diverses espèces figurent principalement les suivantes pour lesquelles les valeurs de recouvrement sont mentionnées entre parenthèses, celles de la végétation à *Acacia-Panicum* étant indiquées en premier lieu :

Panicum turgidum (2813-361)	*Fagonia indica* var. *indica* (208-896)
Acacia tortilis sensu lato (1389-298)	*Aerva javanica* var. *bovei* (50-706)
Acacia ehrenbergiana (729-296)	*Morettia philaeana* (45-101)
Citrullus colocynthis (252-75)	*Senna italica* subsp. *italica* (93-100)
Crotalaria thebaica (139-112)	*Convolvulus prostratus* (3-18)

Ces deux types de végétation font partie d'un même ensemble phytosociologique supérieur (Ordre des *Pergulario-Pulicarietalia* Quézel 1965) dont diverses parmi les espèces précitées peuvent être considérées comme des caractéristiques.

Les différences entre ces deux associations sont cependant fort nettes et se rapportent aux facteurs suivants :

1. le substrat : sables fixés pour la végétation à *Acacia-Panicum* ; gorges encombrées de gros blocs de grès et pierriers de blocs de grès pour la végétation à *Fagonia-Aerva* ;
2. l'aspect général : végétation avec abondance de *Panicum turgidum* surmontés d'*Acacia tortilis* généralement nombreux ; végétation suffrutescente variée dominée par quelques *Acacia tortilis* et *A. ehrenbergiana* (comparer les spectres biologiques pondérés de ces deux associations : tableaux 21 et 25) ;
3. la richesse en espèces : 25 espèces dans la végétation à *Acacia-Panicum* ; 48 dans la végétation à *Fagonia-Aerva* ;
4. le recouvrement de la strate inférieure : 5-10 % dans un cas, 5-30(-50) % dans l'autre ;
5. le recouvrement de la strate moyenne : (5)10-30(-50) % ; 0-10(-25) % ;
6. le recouvrement de la strate ligneuse supérieure : 5-30 % dans la végétation à *Acacia-Panicum* ; 5-10 % dans la végétation à *Fagonia-Aerva* ;
7. la valeur de recouvrement qui est généralement fort différente pour les espèces communes à ces deux types de végétation (voir par exemple la liste des espèces ci-dessus).

Le tableau 27 représente le tableau synthétique de la végétation à *Fagonia-Aerva*. On y voit que les espèces qui se développent de préférence au sein de cette végétation sont au nombre de 15 sur un total de 48. L'ensemble de ces 15 espèces préférentielles permet de caractériser cette association. Vingt autres espèces ont été classées selon les divers types de végétation rencontrés dans la partie gréseuse du massif, types de végétation au sein desquels elles croissent de préférence. Quatre espèces sont des transgressives des végétations des plages vaseuses et des bords des mares permanentes, milieux situés, surtout dans le Karkur Murr, non loin des relevés effectués. D'autre part, 6 autres espèces ont été considérées comme des transgressives de la végétation observée dans les parties granitiques et gneissiques du massif, substrats sur lesquels elles se développent de préférence. Enfin, 3 espèces figurent dans ce tableau au titre de compagnes, parce qu'elles se rencontrent dans divers milieux de la partie gréseuse du massif, sans manifester une préférence particulière pour l'un d'eux.

Localisation des relevés

Relevé 13 : Wadi Hanzul, entrée des gorges, oued garni de gros blocs de grès avec çà et là de petites plages de sable, végétation très fleurie, fig. 6, 28.10.1968.

Relevé 17 : dans le fond du Karkur Talh, rive gauche, étroite gorge sur de grandes dalles de grès et de petites plages de sable, 2.11.1968.

Tableau 27. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei*

Table 27. Synthetical association table, with cover values, of the Fagonia indica *var.* indica *and* Aerva javanica *var.* bovei *vegetation*

Nombre des relevés	28
Nombre total des espèces	48
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Fagonia indica var. indica	896
Aerva javanica var. bovei	706
Morettia philaeana	101
Senna italica subsp. italica	100
Trichodesma africanum	74
Aristida funiculata	27
Corchorus depressus	19
Convolvulus prostratus	18
Boerhavia diandra	12
Cistanche phelypaea	1
Limeum obovatum	1
Desmostachya bipinnata	0.9
Astragalus vogelii subsp. vogelii	0.7
Convolvulus austroaegyptiacus	0.7
Fagonia bruguierei var. bruguierei	0.3
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Panicum turgidum	361
Acacia tortilis sensu lato	298
Acacia ehrenbergiana	296
Crotalaria thebaica	112
Citrullus colocynthis	75
Indigofera sessiliflora	1
Espèces caractéristique et préférentielles de la végétation à Atractylis	
Heliotropium bacciferum	29
Fagonia thebaica	1
Atractylis aristata	0.3
Espèces préférentielles de la végétation de transition	
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	21
Forsskaolea tenacissima	12
Maerua crassifolia	1
Schouwia purpurea subsp. schimperi	1
Espèces préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Pulicaria incisa	172
Lotononis platycarpa	9
Francoeuria undulata	2
Espèces préférentielles de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Farsetia stylosa	9
Stipagrostis rigidifolia	8
Fagonia arabica var. arabica	1
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	0,3
Trangressives de la végétation des plages vaseuses à Eragrostis-Crypsis	
Polycarpaea robbairea	1
Aristida adscensionis	0,3
Crypsis vaginiflora	0,3
Transgressive de la végétation des bords des mares permanentes	
Imperata cylindrica var. cylindrica	71
Transgressives de la végétation sur granite et sur gneiss	
Cleome chrysantha	30
Cleome droserifolia	3
Boerhavia coccinea	1
Indigofera disjuncta var. disjuncta	0,7
Anticharis glandulosa	0,3
Tribulus cf. pentandrus var. pentandrus	0,3
Compagnes	
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	40
Pergularia tomentosa	30
Euphorbia granulata	2

Relevé 19 : Wadi Talh, un peu en aval du Wadi Mardain, oued sur un lit de grès, pratiquement pas de sable, végétation très pauvre localisée aux petites plages de sable, nombreuses gravures rupestres, 3.11.1968.

Relevé 20 : Wadi Talh, en face de l'embouchure du Wadi Mardain, oued encombré de blocs de grès entremêlés de petites plages de sable, nombreuses gravures rupestres, 3.11.1968.

Relevé 22 : Wadi Talh, un peu en amont de l'embouchure du Wadi Mardain, large oued bordé de falaises gréseuses, pierrier de petits blocs de grès entremêlés d'un peu de sable, 4.11.1968.

Relevé 24 : Wadi Talh, en direction du plateau Hassanein, oued encombré de blocs de grès entremêlés de petites plages de sable et de gravillon gréseux, 6.11.1968.

Relevé 26 : Wadi Talh, un peu au sud-ouest du Wadi Mardain, entrée des gorges, parmi de gros blocs de grès, oued dévalant du plateau Hassanein, vu un individu d'*Atractylis aristata* enfoui dans de la boue et amené du plateau par les eaux, 8.11.1968.

Relevé 29 : Karkur Murr, sommet des gorges un peu en amont des troisièmes sources dès l'aval, gorge encombrée de gros blocs de grès entremêlés de sable, végétation surbroutée par les chèvres, 11.11.1968.

Relevé 31 : plateau Hassanein, gorge encombrée de blocs de grès, en direction du Karkur Murr, 12.11.1968.

Relevé 34 : Wadi Talh, non loin du Wadi Mardain, dans l'oued d'où part le sentier de chèvres vers Karkur Murr, gorge encombrée de petits blocs de grès, 14.11.1968.

Relevé 42 : trajet du fond du Wadi Abd el Malek à l'embouchure du Wadi Waddan, peu après le col de 1125 m et peu après la limite entre le granite et le grès, gorge encombrée de gros blocs de grès, végétation desséchée très pauvre, 23.11.1968.

Relevé 47 : un peu en amont de l'embouchure de Wadi Waddan, pierriers à blocs de grès, pas de sable, fig. 7, 24.11.1968.

Relevé 48 : embouchure de Wadi Waddan, bande de sable et pierrier de blocs de grès à l'ouest de l'embouchure au pied de collines de grès, 25.11.1968.

Relevé 49 : embouchure de Wadi Wahesh, immense champ de blocs de grès et de gneiss entre des massifs de gneiss surmonté de grès, gravures rupestres, 26.11.1968.

Relevé 50 : embouchure d'un oued entre Wadi Waddan et Wadi Wahesh, grand pierrier de blocs de grès, fig. 8, 26.11.1968.

Relevé 51 : oued entre Wadi Waddan et Wadi Wahesh, en amont non loin de son embouchure, pierrier de blocs de grès, vu un individu desséché stérile de *Tribulus* sp., 27.11.1968.

Relevé 69 : entre Ras el Abd et le massif, oued dans un pierrier de grès mêlé à un peu de gneiss, 6.12.1968.

Relevé 122 : Karkur Murr, oued sur la rive gauche au niveau des troisièmes sources dès l'aval, végétation pauvre sur dalles de grès, 23.12.1968.

Relevé 125 : Karkur Murr, entre les premières et les deuxièmes sources dès l'aval, étroit oued encombré de gros blocs de grès entremêlés de larges plages de sable, 23.12.1968.

Relevé 128 : Karkur Murr, un peu en aval de l'embouchure, oued encombré de gros blocs de grès entremêlés çà et là de sable grossier et d'un peu de gneiss, 24.12.1968.

Relevé 129 : Karkur Murr, un peu en amont de l'embouchure, oued sur la rive gauche en direction du grand oued à *Acacia*, lit encombré de gros blocs de grès, vu un individu desséché stérile de *Tribulus* sp., 24.12.1968.

Relevé 131 : Karkur Murr, large oued à *Acacia* faisant suite au relevé 129, mélange de sable grossier avec des gravillons et des cailloutis de grès, faciès à *Fagonia indica* var. *indica*, 24.12.1968.

Relevé 133 : Karkur Delein, à 2-3 km en aval de l'embouchure, oued dans la petraia, gros blocs de grès entremêlés d'un peu de gneiss, 25.12.1968.

Relevé 149 : flanc nord-est du Jebel Uweinat, oued non loin de Belpelli, gravillon de grès mêlé à de nombreux blocs de grès, faciès à *Fagonia indica* var. *indica*, 1.1.1969.

Relevé 157 : au nord de Ras el Abd, sur le flanc est du massif, lit d'oued avec pierrier de blocs de gneiss et de blocs de grès, végétation desséchée, 1.1.1969.

Relevé 179 : Karkur Hamid, au nord-ouest du massif, lit d'oued encombré de blocs de grès entremêlés de plages de sable avec un peu de gneiss, végétation desséchée, faciès à *Fagonia indica* var. *indica*, 8.1.1969.

Relevés 180-181 : oued allant du mont de Bono à Wadi Auki, lit couvert de dalles de grès et d'un pierrier de grès avec quelques plages de sable fin, 8.1.1969.

3. La végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul

Alors que dans Karkur Talh et Wadi Talh la succession de la végétation, en remontant dans l'espace, consiste en la végétation boisée ouverte à *Acacia-Panicum* installée sur sable, à laquelle, dans les gorges encombrées de blocs de grès, succède la végétation à *Fagonia-*

Aerva, dans Wadi Hanzul, qui lui est proche (fig. 1), la succession commence, au contraire, par une large entrée sablonneuse située entre 630 et 650 m d'altitude, continue par d'étroites gorges rocheuses avec la végétation à *Fagonia- Aerva* et aboutit finalement en un large cirque sablonneux, le Wadi Auki, colonisé par la végétation boisée à *Acacia-Panicum*.

Il y a donc, à la sortie de Wadi Hanzul, contrairement à la sortie de Karkur Talh, une large étendue de sable pur fixé formant la zone d'étalement des gorges (fig. 9). Cette zone d'étalement a la forme d'un triangle allongé dont la base, de 1 km de large, se situe au niveau de la plaine qui entoure le massif, dont la longueur est d'environ 1,3 km et dont le sommet va en se rétrécissant sous forme d'un défilé sablonneux de 50-100 m de large jusqu'à la sortie même des gorges environ 1,7 km plus loin.

Sur cette zone d'étalement s'est développée une végétation à dominance de *Citrullus* et de *Crotalaria*. Cinq relevés successifs de cette végétation ont été effectués en remontant le Wadi et figurent dans le tableau 28.

Au moment des relevés, fin octobre 1968, la végétation de cette zone d'étalement était entièrement desséchée vers la sortie du Wadi (relevé 7) et seuls les *Citrullus* et les *Crotalaria* portaient encore de vieux fruits. Plus on remontait cette zone d'étalement, plus la végétation devenait verdoyante et plus nombreux étaient les échantillons de ces deux espèces porteurs de fleurs et de jeunes fruits, alors que les touffes des *Stipagrostis* étaient toutes toujours desséchées.

Cette végétation à *Citrullus* et *Crotalaria* occupe presque toute la surface de cette zone d'étalement, mais est un peu plus concentrée dans le lit du petit oued qui parcourt le défilé précité, tandis que sur les bords un peu surélevés de cet oued les *Stipagrostis* sont souvent un peu plus abondants. Le recouvrement total de la végétation, de l'ordre de 20-25 %, augmente jusqu'à 40 % plus on remonte le Wadi.

La végétation comprend trois strates : une strate prostrée composée du seul *Citrullus colocynthis*, une strate inférieure de 5-40 cm de haut avec principalement *Crotalaria thebaica* et *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et une strate moyenne avec le seul et rare *Panicum turgidum* atteignant 60 cm de haut. Les composants de cette végétation sont généralement installés sur de petits monticules de sable (fig. 9) atteignant les uns 5-20 cm de haut, porteurs de *Citrullus*, de *Crotalaria* ou de *Stipagrostis*, les autres de 30-50 cm de haut avec des *Crotalaria* et rarement un *Panicum*. Ce n'est qu'au début de la zone d'étalement, non loin du défilé sablonneux précité, qu'apparaissent quelques *Acacia* de 3 m de hauteur environ.

La présente végétation est très pauvre en espèces, les relevés ne comprennent, en effet, que de 3-7 espèces et le nombre total des espèces relevées n'atteint que 8. Sur ces 8 espèces, seules 3 sont toujours présentes et abondantes : *Citrullus colocynthis* (valeur de recouvrement de 2150), *Crotalaria thebaica* (1500) et *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* (606).

En remontant la zone d'etalement, et comme le montre bien le tableau analytique 28, on constate que le nombre des espèces augmente et passe de 3-4 (relevés 7-10) à 7 (relevé 11) par apparition de *Fagonia indica* var. *indica* et des deux espèces d'*Acacia*. On observe également que l'abondance de certaines espèces varie. C'est ainsi qu'en remontant la zone d'étalement, on voit les coefficients d'abondance de *Citrullus* passer de 1 à 3, avec, dans ce dernier cas, le sol jonché de centaines de fruits de *Citrullus* (fig. 10) et parsemé de nombreux trous creusés par les gerbilles (*Gerbillus gerbillus*) et les gerboises (*Jaculus jaculus*) qui se nourrissent des graines de *Citrullus*. Par contre, les coefficients d'abondance

Tableau 28. Tableau analytique de la végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul

Table 28. Analytical association table of the Citrullus colocynthis *and* Crotalaria thebaica *derived vegetation on firm lowland sands in the spreading zone of Wadi Hanzul*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)							Présence sur 5	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	7	8	9	10	11		
			Altitude (m)	630	640	650	650	650		
			Surface des relevés (m)	100 · 100	100 · 100	20 · 50	100×100	50-100		
			Recouvrement total (%)	20	25	25	25	40		
			Nombre des espèces	4	4	4	3	7		
			Strate prostrée							
			Recouvrement (%)	5	10	10	25	30		
			Strate inférieure							
			Recouvrement (%)	20	20	20	10	10		
			Hauteur (cm)	5-40	5-40	5-40	5-20	10-30		
			Strate moyenne							
			Recouvrement (%)	< 5	–	–	–	–		
			Hauteur (cm)	60	–	–	–	–		
			Strate ligneuse							
			Recouvrement (%)	–	–	–	–	5		
			Hauteur (m)	–	–	–	–	3		
			Strate prostrée							
Pal-Te	H.p	58	Citrullus colocynthis	1.1	2.1	2.1	3.1	3.1	5	2150
			Strate inférieure							
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	5	1500
SNS	Pl.c	26	Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	2.1	2.1	+.1	+.1	+.1	5	606
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	–	+.1	+.1	–	+.1	3	6
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	–	–	–	–	+.1	1	2
			Strate moyenne							
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	+.1	–	–	–	–	1	2
			Strate ligneuse							
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	–	–	–	–	+.2	1	2
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	–	–	–	–	+.1	1	2



Figure 9. Wadi Hanzul, fin de la zone d'étalement des gorges, végétation dérivée à Citrullus colocynthis *et* Crotalaria thebaica *sur sable, végétation entièrement desséchée avec* Crotalaria thebaica *et* Stipagrostis acutiflora *subsp.* acutiflora *installés sur de petits monticules de sable, 630 m d'altitude, relevé 7, X. Misonne à droite, 27.10.1968.*

Figure 9. Wadi Hanzul, end of the spreading zone of the gorges, *Citrullus colocynthis* and *Crotalaria thebaica* derived vegetation on sand, completely withered vegetation with *Crotalaria thebaica* and *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* on top of small sand hillocks, 630 m, relevé 7, X. Misonne on the right, 27.10.1968.



Figure 10. Wadi Hanzul, au début de la zone d'étalement des gorges, végétation dérivée à Citrullus colocynthis *et* Crotalaria thebaica *sur sable, avec abondance de fruits sphériques de* Citrullus, *680 m d'altitude, 28.10.1968.*

Figure 10. Wadi Hanzul, at the beginning of the spreading zone of the gorges, *Citrullus colocynthis* and *Crotalaria thebaica* derived vegetation on sand, with abundance of spherical fruits of *Citrullus*, 680 m, 28.10.1968.

des *Stipagrostis*, eux, diminuent en remontant la zone d'étalement et passent de 2 à +. Ceci signifie que *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, espèce particulièrement bien adaptée aux sables xériques des dunes vives (voir p. 92) et la moins exigeante en eau, *marque la limite extrême de l'étalement des eaux.*

La végétation à *Citrullus-Crotalaria* ne comporte *aucune* espèce caractéristique. Tous ses composants existent dans les végétations à *Fagonia-Aerva* et à *Acacia-Panicum* installées en amont du Wadi. Les deux seules différences avec ces deux derniers types de végétation se rapportent aux valeurs de recouvrement nettement plus élevées de *Citrullus* et de *Crotalaria*, ainsi qu'à la présence, nettement plus élevée elle aussi, de *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, mais cette présence n'est, nous venons de le voir, que la conséquence de l'appauvrissement en eau en limite de la zone d'étalement.

Il nous semble dès lors que cette végétation à *Citrullus* et *Crotalaria* ne constitue pas une association propre, mais n'est qu'une *végétation dérivée représentant l'appauvrissement spécifique extrême* de la végétation des sables fixés à *Acacia-Panicum* (*Crotalario thebaicae-Panicetum turgidi*) lui-même provoqué par l'appauvrissement progressif en eau de ruissellement.

Le tableau 29 représente le tableau synthétique de cette végétation dérivée et fait bien apparaître les divers types de végétation au sein desquels ses constituants se développent de préférence.

Tableau 29. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation dérivée à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica*

Table 29. Synthetical association table, with cover values, of the Citrullus colocynthis *and* Crotalaria thebaica *derived vegetation*

Nombre des relevés	5
Nombre total des espèces	8
Espèces préférentielles de la végétation dérivée à Citrullus-Crotalaria	
Citrullus colocynthis	2150
Crotalaria thebaica	1500
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Acacia ehrenbergiana	2
Acacia tortilis sensu lato	2
Panicum turgidum	2
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Senna italica subsp. italica	6
Fagonia indica var. indica	2
Espèce préférentielle de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	606

La végétation à *Zilla spinosa* et *Citrullus colocynthis*, signalée très succinctement au Gilf Kebir par Kehl & Bornkamm (1993 : 171), dans des conditions de milieu assez semblables, présente des affinités avec la présente végétation dérivée.

Localisation des relevés

Relevé 7 : Wadi Hanzul, dans la zone d'étalement des gorges, non loin de la sortie du Wadi dans la plaine, végétation entièrement desséchée, installée sur de petits monticules de sable de 5-50 cm de haut, fig. 9, 27.10.1968.

Relevé 8 : ibid., un peu en amont du relevé 7, végétation installée sur de petits monticules de sable de 5-50 cm de haut, 27.10.1968.

Relevé 9 : ibid., à 1 km environ en amont de la sortie du Wadi, non loin du début de la zone d'étalement des gorges, végétation sur de petits monticules de sable de 5-15 cm de haut, 27.10.1968.

Relevé 10 : ibid., au début de la zone d'étalement des gorges, sable pur, 27.10.1968.

Relevé 11 : ibid., à 2 km environ en amont de la sortie du Wadi, vallée de 70 m de large, sable pur, 27.10.1968.

4. La végétation de moyennes altitudes à *Atractylis aristata* dans des gorges sur sable parsemé de blocs de grès (*Atractylidetum aristatae*)

Cette végétation à *Atractylis aristata*, Composée épineuse suffrutescente à fleurs rouges, n'a été rencontrée que dans la partie gréseuse du Jebel Uweinat et uniquement sur le plateau Hassanein ou parfois au pied de celui-ci (fig. hors-texte 23). Ce plateau gréseux (21 de la fig. 1 et fig. 11), situé principalement vers 1250-1350 m d'altitude, domine Wadi Talh et Karkur Murr. Il est découpé en une infinité de gorges dont certaines atteignent 200-300 m de profondeur. De ce plateau partent, en cas d'orages, d'innombrables torrents dont certains constituent les têtes de source des multiples oueds qui sillonnent la moitié orientale de la partie gréseuse du massif.

Cette végétation à *Atractylis aristata*, rencontrée entre 1000 et 1400 m d'altitude, à de moyennes altitudes donc, se développe dans les gorges de ce plateau Hassanein sur des plages sablonneuses parsemées de blocs de grès. Nous avons effectué 6 relevés de cette végétation (tableau analytique 30).



Figure 11. Plateau Hassanein, massif gréseux chaotique, situé entre 1250 et 1350 m d'altitude, déchiqueté en d'innombrables gorges dans lesquelles se développe la végétation à Atractylis aristata, *30.12.1968.*

Figure 11. Hassanein plateau, chaotic sandstone massif situated between 1250 and 1350 m high, cut by numerous gorges where the *Atractylis aristata* vegetation grows, 30.12.1968.

Tableau 30. Tableau analytique de la végétation de moyennes altitudes à *Atractylis aristata* dans des gorges sur sable parsemé de blocs de grès

Table 30. Analytical association table of the Atractylis aristata *vegetation at middle altitude in gorges on sand with some blocks of sandstone*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)								Présence sur 6	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	36	134	135	137	140	141		
			Altitude (m)	1120	1000	1230-1370	1380-1400	1300	1275		
			Surface des relevés (m)	30×300	30×100	30×300	50-100	30×100	30×100		
			Recouvrement total (%)	15	25	40	25	40	30		
			Nombre des espèces	14	13	17	18	13	15		
			Strate prostrée								
			Recouvrement (%)	–	< 5	< 5	< 5	–	< 5		
			Strate inférieure								
			Recouvrement (%)	15	20	30	20	30	20		
			Hauteur (cm)	30-60	10-40	10-50	10-30	10-30	10-30		
			Strate moyenne								
			Recouvrement (%)	< 5	5	5	10	10	5		
			Hauteur (cm)	100	100	100	100	100	60		
			Strate ligneuse inférieure								
			Recouvrement (%)	2	–	< 5	< 5	5	5		
			Hauteur (m)	2-4	–	2	2-3	2-3	2-4		
			Strate ligneuse supérieure								
			Recouvrement (%)	5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		
			Hauteur (m)	6	8	3-6	4-6	4	6		
			Strate prostrée								
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra	–	+.1	+.1	–	–	+.1	3	5
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	–	–	+.1	+.1	–	–	2	3
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	–	+.1	–	–	–	–	1	1
			Strate inférieure								
S	Pl.s	8	Atractylis aristata	2.1	+.1	2.1	1.1	2.1	1.1	6	835
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	1.1	1.1	2.1	2.1	+.1	+.1	6	586
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	2.1	2.1	+.1	+.1	+.1	6	546
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	1.1	–	1.1	+.1	1.1	+.1	5	128
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	+.1	–	1.1	1.1	+.1	+.1	5	88
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	–	–	2.1	1.1	2.1	2.1	4	791
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	+.1	+.1	+.1	–	–	1.1	4	46
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	+.1	1.1	+.1	+.1	–	–	4	46
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	–	–	+.1	+.1	1.1	+.1	4	46
SS	Ch.s	13	Salvia aegyptiaca	–	–	–	1.1	1.1	1.1	3	125
SS	H.é	6	Monsonia nivea	–	+.1	+.1	+.1	–	–	3	5
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica	1.1	–	+.1	–	–	–	2	43
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	–	+.1	–	+.1	–	–	2	3
			Strate moyenne								
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	1.1	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	6	666
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	6	50
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	–	1.1	–	–	–	–	1	41
			Strate ligneuse inférieure								
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	+.1	–	1.2	+.2	1.2	1.2	5	128
SS-SM	N.Ph	19	Ochradenus baccatus	+.1	–	–	+.2	+.1	1.2	4	46
			Strate ligneuse supérieure								
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	1.1	+.1	1.1	1.1	+.1	+.1	6	130
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	+.1	–	–	+.1	–	–	2	3

Lors des relevés, effectués au cours des mois de novembre et décembre 1968, la plupart des espèces rencontrées étaient en fleurs ou en fruits. Les surfaces relevées étaient généralement étendues, par suite de la grande dispersion de la plupart des espèces. Le recouvrement total de la végétation varie entre 15 et 40 %. Le nombre des espèces oscille entre 13 et 18 selon les relevés et le nombre total des espèces relevées dans ce type de végétation atteint 23.

Comme le fait apparaître le tableau analytique 30, cinq strates peuvent être reconnues au sein de cette végétation : une strate prostrée, très pauvre et parfois même nulle ; une strate inférieure de 15-30 % de recouvrement et de 10-60 cm de haut, riche de 13 espèces, la plupart suffrutescentes, parmi lesquelles *Atractylis aristata*, *Heliotropium bacciferum* et *Aerva javanica* var. *bovei* sont toujours présents ; une strate moyenne, à faible recouvrement, atteignant généralement 1 m de hauteur et dans laquelle domine *Panicum turgidum* toujours présent ; une strate ligneuse inférieure, à très faible recouvrement, de 2-4 m de hauteur, composée d'*Acacia ehrenbergiana* et de quelques *Ochradenus baccatus* et, enfin, une strate ligneuse supérieure, de 3-8 m de haut, comprenant des *Acacia tortilis*, peu nombreux, mais toujours présents.

Au sein de la présente association figure une espèce caractéristique *exclusive*, *Atractylis aristata* (valeur de recouvrement 835) qu'accompagnent deux espèces préférentielles, *Fagonia thebaica* et *Heliotropium bacciferum*, dont les valeurs de recouvrement atteignent respectivement 791 et 586.

Le tableau 31 renferme les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de cette végétation à *Atractylis aristata*.

Tableau 31. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Atractylis aristata*

Table 31. Unweighted and weighted biological spectra of the Atractylis aristata *vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (2)	8,7 %	0,19 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (2)	8,7 %	0,15 %
Chaméphytes (4)	17,4 %	33,56 %
Plurisaisonnières (10)	43,4 %	57,90 %
Phanérophytes (5)	21,7 %	8,20 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré fait apparaître clairement la nette dominance des espèces plurisaisonnières (57,90 %), dont font partie *Atractylis aristata*, *Fagonia thebaica* et *Heliotropium bacciferum*, et des chaméphytes (33,56 %), parmi lesquels figurent *Panicum turgidum* et *Aerva javanica* var. *bovei*. Le total de ces deux types biologiques représente plus de 90 % de l'ensemble de cette végétation, exactement 91,46 %. Les phanérophytes, dont les deux *Acacia*, ne constituent plus que 8,20 %, alors qu'ils totalisaient 38,92 % dans la végétation à *Acacia-Panicum* et 17,47 % dans la végétation à *Fagonia-Aerva*. L'importance des phanérophytes décroît nettement ainsi avec l'altitude.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, figurent dans le tableau 32 .

Tableau 32. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Atractylis aristata*

Table 32. Unweighted and weighted chorological spectra of the Atractylis aristata *vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (6)	26,09 %		42,26 %	
S (3)		13,04 %		38,29 %
SS (3)		13,04 %		3,97 %
Espèces de liaison birégionale (3)	13,04 %		5,07 %	
SS-Sa (1)		4,34 %		2,94 %
SS-SM (2)		8,69 %		2,13 %
Espèces de liaison trirégionale (8)	34,78 %		46,49 %	
SS-Sa-SM (6)		26,09 %		45,35 %
SS-SM-IT (1)		4,34 %		0,07 %
SS-SM-I (1)		4,34 %		1,07 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (6)	26,09 %		6,18 %	
Pal (5)		21,74 %		6,14 %
Pal-Te (1)		4,34 %		0,04 %
	100 %		100 %	

Le spectre chorologique pondéré de la présente végétation à *Atractylis aristata* montre non seulement la dominance des espèces de liaison trirégionale (46,49 %), représentées surtout par des espèces de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (45,35 %), mais il montre aussi, et *ceci est nouveau*, l'importance des espèces saharo-sindiennes endémiques qui atteignent 42,26 % et qui sont représentées surtout par des espèces sahariennes endémiques (38,29 %).

La comparaison de diverses données de ce spectre chorologique pondéré avec celles des spectres chorologiques pondérés de la végétation à *Acacia-Panicum* (tableau 22) et de la végétation à *Fagonia-Aerva* (tableau 26) est particulièrement intéressante (tableau 33).

Il ressort de l'examen de ce tableau comparatif 33 que :

1. le caractère saharien (S), nul à pratiquement nul dans les végétations à *Acacia-Panicum* et à *Fagonia-Aerva*, s'affirme très nettement, *au contraire*, dans la végétation à *Atractylis aristata* où il atteint 38,29 % ;

Tableau 33. Comparaison de diverses données des spectres chorologiques pondérés des végétations à *Acacia-Panicum*, à *Fagonia-Aerva* et à *Atractylis aristata*

Table 33. Comparative table between various data of the weighted chorological spectra of the Acacia-Panicum, Fagonia-Aerva *and* Atractylis aristata *vegetations*

	Acacia Panicum		Fagonia Aerva		Atractylis aristata	
Espèces saharo-sindiennes endémiques	0,14 %		2,84 %		42,26 %	
S		0,07 %		1,58 %		38,29 %
SS		0,02 %		0,12 %		3,97 %
Espèces de liaison trirégionale	67,41 %		69,77 %		46,49 %	
SS-Sa-SM		63,84 %		44,20 %		45,35 %
SS-SM-I		3,51 %		24,98 %		1,07 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde	28,50 %		20,83 %		6,18 %	
Pal		24,24 %		16,69 %		6,14 %
Pal-Te		4,26 %		4,14 %		0,04 %

2. les espèces à large distribution (trirégionale et plus que trirégionale) qui représentent respectivement 95,91 % et 90,60 % dans les végétations à *Acacia-Panicum* et à *Fagonia-Aerva*, n'atteignent plus que 52,67 % dans la végétation à *Atractylis aristata*.

Ces données sont le reflet d'une avancée ancienne vers le nord, à travers le Sahara, d'une flore tropicale africaine qui est toujours largement dominante dans les végétations planitiaires et de basses altitudes à *Acacia-Panicum* **et à** *Fagonia-Aerva*, **alors que les espèces sahariennes endémiques, plus anciennes, se sont surtout maintenues en altitude, notamment dans la végétation de moyennes altitudes à** *Atractylis aristata*.

Le spectre chorologique pondéré de la végétation à *Atractylis aristata* (tableau 32) montre que ce type de végétation pourrait exister dans les régions montagneuses de moyennes altitudes du Sahara, *Atractylis aristata* étant une espèce endémique dans la sous-zone régionale saharienne.

Dans son étude sur la végétation du Sahara, Quézel signale la présence d'*Atractylis aristata* dans diverses associations de l'*Acacieto-Panicion* Quézel 1954 du Sahara tropical (Quézel 1965 : 164, 169), ainsi que dans diverses associations du Sahara central (1965 : 182, 189, 192) et dans des associations des hautes montagnes du Sahara (1965 : 235, 244, 255, 258), mais toujours au sein de cortèges floristiques fort différents de celui du Jebel Uweinat et jamais au titre d'espèce dominante. Quézel considère d'ailleurs cet *Atractylis* comme une espèce écologiquement très plastique (1965 : 162), ce qui n'est pas du tout le cas au Jebel Uweinat.

Il semble bien dès lors que la présente association soit nouvelle (*Atractylidetum aristatae*, ass. nov. ; relevé-type : relevé 135 du tableau analytique 30).

Tout comme les deux autres associations précédemment décrites (végétations à *Acacia-Panicum* et à *Fagonia-Aerva*), l'association à *Atractylis aristata* fait partie des mêmes grands ensembles phytosociologiques proposés par Quézel pour le Sahara (1965 : 126, 161) : l'Ordre des *Pergulario-Pulicarietalia* Quézel 1965 (cité sous le nom de *Pergularieto-Pulicarietalia*) et la Classe des *Pergulario-Pulicarietea* Quézel 1965.

Indépendamment de la nature du substrat sur lequel elle se développe (sable parsemé de blocs de grès), l'association à *Atractylis aristata* se distingue des deux associations précitées par l'ensemble des caractères suivants :

1. l'altitude plus élevée : 1000-1400 m ;
2. le pourcentage beaucoup moins élevé des phanérophytes dans le spectre biologique pondéré, pourcentage qui n'atteint plus que 8,20 % (alors qu'il est de 38,92 % dans la végétation à *Acacia- Panicum*), traduisant ainsi la diminution progressive de l'importance des espèces arborescentes avec l'altitude ;
3. le caractère nettement saharien de la végétation (38,29 % d'espèces sahariennes endémiques) et la moindre importance corrélative de la flore africaine tropicale (voir le tableau 33) ;
4. les valeurs de recouvrement fort différentes se rapportant à de nombreuses espèces de ces trois associations, ainsi qu'en atteste le tableau 34 dans lequel figurent les valeurs de recouvrement de diverses espèces de ces trois associations.

Dans le tableau synthétique de la végétation à *Atractylis aristata* (tableau 35), figurent l'espèce caractéristique et les 2 espèces préférentielles qui, à elles trois, caractérisent cette

Tableau 34. Comparaison des valeurs de recouvrement de diverses espèces des végétations à *Acacia-Panicum*, à *Fagonia-Aerva* et à *Atractylis aristata*

Table 34. Comparative table between the cover values of various species of the Acacia-Panicum, Fagonia-Aerva *and* Atractylis aristata *vegetations*

	Acacia Panicum	Fagonia Aerva	Atractylis aristata
Panicum turgidum	2813	361	666
Acacia tortilis sensu lato	1389	298	130
Acacia ehrenbergiana	729	296	128
Citrullus colocynthis	252	75	1
Indigofera sessiliflora	25	1	0
Fagonia indica var. indica	208	896	46
Aerva javanica var. bovei	50	706	546
Trichodesma africanum	0	74	41
Atractylis aristata	0	0,3	835
Fagonia thebaica	0,9	1	791
Heliotropium bacciferum	24	29	586

végétation. Dix-sept autres espèces de ce groupement à *Atractylis* ont été classées selon les divers types de végétation reconnus dans la partie gréseuse du massif au sein desquels elles croissent de préférence. Trois espèces, enfin, dont l'optimum de développement est malaisé à définir dans la partie gréseuse, ont été considérées comme des compagnes.

Localisation des relevés

Relevé 36 : sommet du Wadi Talh, plateau Hassanein, plage sablonneuse parsemée de petits blocs de grès, 15.11.1968.

Relevé 134 : sommet du Wadi Talh, au pied des falaises du plateau Hassanein, gorge encombrée d'éboulis gréseux, 27.12.1968.

Relevé 135 : plateau Hassanein, plateau gréseux dominant Karkur Talh et Karkur Murr, à une des têtes de source de Wadi Talh, oued sur sable avec quelques petits blocs de grès, 28.12.1968.

Relevé 137 : plateau Hassanein, à une autre des têtes de source de Wadi Talh, oued encombré de blocs de grès entremêlés de plages de sable, 28.12.1968.

Relevé 140 : plateau Hassanein, oued encombré de blocs de grès entremêlés de plages de sable, 29.12.1968.

Relevé 141 : plateau Hassanein, oued encombré de blocs de grès entremêlés de plages de sable, 29.12.1968.

5. La végétation de transition de moyennes altitudes des gorges dans le grès

La végétation à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei*, qui, nous l'avons vu, colonise les gorges et les pierriers dans la partie gréseuse du massif, n'existe qu'à de basses altitudes comprises entre 600 et 1000(-1100) m. Au-delà de cette limite altitudinale et jusqu'à 1500(-1600) m d'altitude, la végétation se modifie et fait place à une autre végétation dans laquelle il n'y a aucune espèce caractéristique exclusive et guère d'espèces nettement préférentielles. En son sein figurent encore de nombreuses espèces de la végétation à *Fagonia-Aerva*, mais elles possèdent généralement des valeurs de recouvrement nettement plus faibles.

Tableau 35. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation à *Atractylis aristata*

Table 35. Synthetical association table, with cover values, of the Atractylis aristata *vegetation*

Nombre des relevés	6
Nombre total des espèces	23
Espèce caractéristique de la végétation à Atractylis	
Atractylis aristata	835
Espèces préférentielles de la végétation à Atractylis	
Fagonia thebaica	791
Heliotropium bacciferum	586
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Panicum turgidum	666
Acacia tortilis sensu lato	130
Acacia ehrenbergiana	128
Crotalaria thebaica	128
Citrullus colocynthis	1
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Aerva javanica var. bovei	546
Fagonia indica var. indica	46
Trichodesma africanum	41
Boerhavia diandra	5
Espèces préférentielles de la végétation de transition	
Forsskaolea tenacissima	46
Maerua crassifolia	3
Espèces caractéristique et préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Salvia aegyptiaca	125
Francoeuria undulata	88
Ochradenus baccatus	46
Monsonia nivea	5
Pulicaria incisa	3
Espèce préférentielle de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Fagonia arabica var. arabica	43
Compagnes	
Pergularia tomentosa	50
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	46
Euphorbia granulata	3

Dans le cas où ces gorges se prolongent au-delà de ces 1500 m d'altitude, elles abritent alors une toute autre végétation, à dominance cette fois de lavande (*Lavandula antineae*). Dans ce cas, la présente végétation renferme déjà quelques individus de l'une ou l'autre espèce caractéristique de cette végétation à lavande.

La présente végétation ne constitue donc pas une association proprement dite, elle ne possède aucune espèce qui lui soit propre : *elle présente manifestement un caractère de transition*. Nous la décrirons, puisqu'elle existe, mais sans lui attribuer une quelconque valeur phytosociologique (fig. hors-texte 23).

Comme le fait apparaître la comparaison du tableau analytique de la végétation à *Fagonia-Aerva* avec celui de la présente végétation de transition (tableaux hors-texte 24 et 36), l'annonce de l'apparition de la végétation de transition est marquée sur le terrain, non seulement par l'altitude, mais principalement par :

- la *diminution progressive*, voire la *disparition*, d'espèces de la végétation de basses altitudes à *Fagonia-Aerva*, comme *Acacia ehrenbergiana*, *Fagonia indica* var. *indica*,

Panicum turgidum, *Citrullus colocynthis*, *Crotalaria thebaica* et *Senna italica* subsp. *italica* ;
- la *plus grande abondance* de *Fagonia thebaica*, de *Forsskaolea tenacissima*, d'*Heliotropium bacciferum* et de *Maerua crassifolia* ;
- l'*apparition* de quelques individus d'espèces de la végétation à dominance de lavande, comme *Lavandula antineae*, *Ochradenus baccatus* et *Salvia aegyptiaca*.

Des exemples concrets de l'apparition de cette végétation de transition sont fournis non seulement par la comparaison des relevés de la succession de la végétation selon l'altitude au pied du plateau Hassanein, mais surtout par la comparaison des relevés effectués en remontant les grands oueds de la base au sommet, comme le Wadi Wahesh.

La comparaison des relevés 24 et 26 de la végétation à *Fagonia-Aerva* (voir le tableau analytique hors-texte 24), relevés effectués au pied du plateau Hassanein entre 680 et 800 m d'altitude, avec le relevé 25 de la végétation de transition, effectué au pied de ce même plateau, mais entre 990 et 1070 m d'altitude (tableau hors-texte 36), montre bien la disparition de *Citrullus colocynthis* et de *Crotalaria thebaica*, la plus grande abondance de *Fagonia thebaica* et de *Forsskaolea tenacissima*, ainsi que l'apparition de *Lavandula antineae*.

Le tableau 37 montre, lui, l'évolution de la présence des principales espèces de la végétation du Wadi Wahesh en fonction de l'altitude. On y voit clairement :

- la *diminution progressive* de la présence d'espèces de la végétation à *Fagonia-Aerva*, comme *Citrullus colocynthis*, *Acacia ehrenbergiana*, *Crotalaria thebaica*, *Panicum turgidum* et *Fagonia indica* var. *indica* ;
- l'*apparition de nouvelles espèces*, les unes, comme *Fagonia thebaica* et *Maerua crassifolia*, annonçant le début de la végétation de transition, les autres, comme *Lavandula antineae*, annonçant la transition vers la végétation à *Lavandula-Ochradenus* ;
- l'*apparition* d'un lot d'espèces propres à la végétation à *Lavandula-Ochradenus*.

Ce tableau 37 fait bien apparaître ainsi l'état intermédiaire de la présente végétation de transition.

Cette végétation de transition n'existe que dans des gorges encombrées de blocs de grès à des altitudes moyennes comprises entre (750-)850 et 1600 m (fig. 12). Nous en avons effectué 22 relevés, consignés dans le tableau hors-texte 36. En novembre-décembre 1968 et en janvier 1969, la plupart des espèces rencontrées étaient en fleurs ou en fruits. Quelques espèces, par contre, étaient toutes stériles, comme *Citrullus colocynthis*, *Panicum turgidum*, *Trichodesma africanum* et *Maerua crassifolia*. Seuls les thérophytes, comme *Boerhavia diandra* et *Schouwia purpurea* subsp. *schimperi*, étaient desséchés, mais portaient encore des fruits.

Par suite de la grande dispersion des espèces, les surfaces relevées étaient généralement assez étendues et couvraient la largeur de l'oued sur 100-500 m de longueur. Le recouvrement total de la végétation oscillait entre 5 et 25 % et n'atteignait que rarement 40-50 %.

Le nombre d'espèces par relevé varie entre 3 et 17, tandis que le nombre total des espèces relevées dans ce type de végétation atteint 35 dont un champignon (*Podaxis pistillaris*), mais 15 de ces espèces (42 %) n'ont été rencontrées qu'une à deux fois seulement. Il est à noter également que cette végétation de transition s'appauvrit en espèces et

Tableau 37. Evolution de la présence des principales espèces de la végétation du Wadi Wahesh en fonction de l'altitude

Table 37. Evolution of the presence of the main species of the vegetation of Wadi Wahesh vs. altitude

Types de végétation	Fagonia Aerva	Végétation de transition				Lavandula-Ochradenus			
Altitude (m)	610-700	750-850	850-900	900-1000	1000-1100	1250-1350	1350-1400	1560	1620
Numéros des relevés	49	52	53	54	56	57	58	59	60
Citrullus colocynthis	+.1	–	–	–	–	–	–	–	–
Acacia ehrenbergiana	+.1	+.1	–	–	–	–	–	–	–
Crotalaria thebaica	+.1	–	–	+.1	+.1	–	–	–	–
Panicum turgidum	+.1	–	+.1	–	+.1	–	–	–	–
Trichodesma africanum	+.1	1.1	+.1	+.1	–	–	–	–	–
Aerva javanica var. bovei	2.1	2.1	2.1	2.1	1.1	1.1	+.1	–	–
Fagonia indica var. indica	2.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	–
Acacia tortilis sensu lato	2.1	+.1	1.1	+.1	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1
Forsskaolea tenacissima	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	–
Heliotropium bacciferum	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1
Fagonia thebaica	–	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1
Maerua crassifolia	–	+.1	+.1	–	+.1	–	–	–	1.1
Lavandula antineae	–	+.1	+.1	+.1	+.1	2.1	2.1	3.1	3.1
Ochradenus baccatus	–	–	+.2	–	–	1.2	2.2	2.2	1.1
Pulicaria incisa	+.1	–	–	–	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1
Francoeuria undulata	–	+.1	–	–	–	–	+.1	2.1	1.1
Salvia aegyptiaca	–	–	–	–	–	–	1.1	1.1	1.1
Monsonia nivea	–	–	–	–	–	–	–	1.1	1.1
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	–	–	–	–	–	–	–	+.1	+.1
Cleome amblyocarpa	–	–	–	–	–	–	–	+.1	+.1
Helianthemum lippii var. lippii	–	–	–	–	–	–	–	–	1.1
Cocculus pendulus	–	–	–	–	–	–	–	–	+.1



Figure 12. Descente du plateau Italia en direction du Wadi Abd el Malek, oued encombré de gros blocs de grès, végétation de transition, dominance de Fagonia thebaica *et de* Forsskaolea tenacissima, *1300-1200 m d'altitude, relevé 91, 16.12.1968.*

Figure 12. Going down from Italia plateau towards Wadi Abd el Malek, wadi full of big blocks of sandstone, transition vegetation, dominance of *Fagonia thebaica* and *Forsskaolea tenacissima*, 1300-1200 m, relevé 91, 16.12.1968.

en individus avec l'altitude : de 12-17 espèces entre 750 et 1200 m et de 5-12 seulement entre 1130 et 1600 m.

Tout comme au sein de la végétation à *Fagonia-Aerva* et comme le fait apparaître le tableau analytique hors-texte 36, cinq strates peuvent être reconnues : une strate prostrée assez rarement présente, une strate inférieure riche de 21 espèces, atteignant 10-60 cm de haut et 5-30(40) % de recouvrement et où dominent *Fagonia thebaica, Heliotropium bacciferum, Aerva javanica* var. *bovei* et *Pulicaria incisa*, une strate moyenne de 60-100 cm de haut, ne dépassant jamais 5 % de recouvrement, composée de quelques *Pergularia tomentosa* et *Panicum turgidum*, une strate ligneuse inférieure de (1)2-3(4) m de haut parfois présente avec de rares *Acacia ehrenbergiana* et, enfin, une strate ligneuse supérieure de (1-)3-8 m de haut avec quelques *Acacia tortilis* et *Maerua crassifolia.*

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de cette végétation de transition figurent dans le tableau 38.

Le spectre biologique pondéré montre l'existence au sein de cette végétation de transition d'une écrasante majorité d'espèces plurisaisonnières (65,75 %) et de chaméphytes (22,67 %) qui ensemble totalisent plus de 88 % et que ne dominent plus que 9,74 % de phanérophytes. La diminution de l'importance des phanérophytes avec l'altitude se poursuit ainsi et passe de 38,92 % dans la végétation à *Acacia-Panicum*, à 17,47 % dans la

Tableau 38. Spectres biologiques, brut et pondéré, des 34 phanérogames de la végétation de transition des gorges dans le grès

Table 38. Unweighted and weighted biological spectra of the 34 phanerogams of the transition vegetation growing in gorges on sandstone

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (6)	17,7 %	1,80 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (1)	2,9 %	0,04 %
Chaméphytes (10)	29,4 %	22,67 %
Plurisaisonnières (11)	32,3 %	65,75 %
Phanérophytes (6)	17,7 %	9,74 %
	100 %	100 %

végétation à *Fagonia-Aerva*, pour ne plus atteindre que 9,74 % dans la présente végétation de transition.

Le tableau 39 montre, lui, les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation de transition.

Tableau 39. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation de transition des gorges dans le grès

Table 39. Unweighted and weighted chorological spectra of the transition vegetation growing in gorges on sandstone

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (8)	22,85 %		22,88 %	
S (3)		8,57 %		21,15 %
SA (1)		2,85 %		0,10 %
SNS (1)		2,85 %		0,04 %
SS (3)		8,57 %		1,59 %
Espèces de liaison birégionale (8)	22,85 %		8,65 %	
SS-MS (1)		2,85 %		0,06 %
SS-Sa (3)		8,57 %		2,67 %
SS-SM (4)		11,42 %		5,92 %
Espèces de liaison trirégionale (11)	31,42 %		48,57 %	
SS-Sa-SM (9)		25,71 %		47,37 %
SS-SM-IT (1)		2,85 %		0,04 %
SS-SM-I (1)		2,85 %		1,16 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (7)	20,00 %		19,86 %	
Pal (6)		17,14 %		19,82 %
Pal-Tc (1)		2,85 %		0,04 %
Espèce de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan) (1)	2,85 %		0,02 %	
		100 %		100 %

L'examen du spectre chorologique pondéré de cette végétation de transition de moyennes altitudes est particulièrement intéressant. Il montre en effet :

- la *très nette augmentation* du pourcentage des espèces sahariennes endémiques (S), dont fait partie *Fagonia thebaica*, pourcentage qui atteint 21,15 %, alors qu'il n'était que de 0,07 % dans la végétation à *Acacia-Panicum* et de 1,58 % dans la végétation à

Fagonia-Aerva. Le caractère proprement saharien de la végétation s'affirme donc nettement avec l'altitude ;

– la *nette diminution* (corrélative) de la somme des pourcentages des espèces de liaison à large distribution (liaison trirégionale et davantage), somme qui atteignait 95,91 % dans la végétation à *Acacia-Panicum* et 90,60 % dans la végétation à *Fagonia-Aerva*, mais qui n'atteint plus que 68,45 % dans la présente végétation de transition. *L'importance des espèces tropicales diminue donc bien avec l'altitude.*

Les données précitées confirment ainsi les observations effectuées à ce sujet lors de l'étude de la végétation à *Atractylis aristata*, développée à de moyennes altitudes également (p. 70-71).

L'examen du spectre chorologique montre, d'autre part, que cette végétation de transition, dans laquelle *Fagonia thebaica* occupe une place importante, pourrait exister à de moyennes altitudes sur d'autres massifs sahariens situés dans l'aire de distribution de ce *Fagonia*, c'est-à-dire dans la moitié orientale de la sous-zone régionale saharienne, notamment au Tibesti, dans les montagnes égyptiennes en bordure de la mer Rouge, ainsi que dans le sud du Sinaï. Nous n'avons cependant trouvé dans la littérature aucune description de végétation qui corresponde à la présente végétation de transition.

Dans le tableau synthétique des 22 relevés de cette végétation de transition (tableau 40), les 35 espèces observées ont été classées selon les principaux types de végétation rencontrés dans la partie gréseuse du massif, types de végétation au sein desquels elles se développent de préférence. Quatre espèces ont été considérées comme transgressives et 3 comme compagnes. Ce tableau synthétique montre que sur ces 35 espèces, 5 sont des espèces préférentielles de la végétation à *Acacia-Panicum* et 7 des espèces préférentielles de la végétation à *Fagonia-Aerva*, soit donc 12 espèces des végétations rencontrées à des altitudes *inférieures* à celles de cette végétation de transition. Ce tableau montre, d'autre part, que 8 autres espèces sont des espèces préférentielles de la végétation à *Lavandula-Ochradenus* qui, elle, s'observe à des altitudes *supérieures*. Il y a donc, sur les 35 espèces de cette végétation de transition, 20 espèces, soit 57 %, qui croissent de préférence dans les végétations développées à des altitudes inférieures ou supérieures à celles de cette végétation de transition. *Ces données traduisent bien le caractère de transition de la présente végétation.*

Localisation des relevés

Relevé 25 : Wadi Talh, en direction du plateau Hassanein, oued encombré de gros blocs de grès entremêlés de rares petites plages de sable, 6.11.1968.

Relevé 52 : Wadi Wahesh, gorge dans le gneiss encombrée de gros blocs de grès, 29.11.1968.

Relevés 53, 54, 56 : ibid., gorges dans le grès encombrées de gros blocs de grès, 29.11.1968.

Relevé 62 : en direction du sommet de Wadi Wahesh, gorge encombrée de blocs de grès, végétation très pauvre, 1.12.1968.

Relevés 80-81 : montée du Wadi Abd el Malek vers le plateau Italia, étroite gorge encombrée de gros blocs de grès, 14.12.1968.

Relevé 82 : sommet du Wadi Abd el Malek en direction du plateau Italia, gorge encombrée de blocs de grès, 15.12.1968.

Relevé 83 : ibid., tête d'un oued, parmi des éboulis de grès en forte pente, végétation très pauvre, 15.12.1968.

Relevé 85 : ibid., pierrier de grès avec du gravillon et du sable grossier reposant sur de l'argile compacte affleurant par endroit, 15.12.1968.

Relevé 91 : descente du plateau Italia en direction du Wadi Abd el Malek, gorge encombrée de gros blocs de grès, fig. 12, 16.12.1968.

Tableau 40. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation de transition de moyennes altitudes des gorges dans le grès.

Table 40. Synthetical association table, with cover values, of the transition vegetation growing in gorges at middle altitude on sandstone

Nombre des relevés	22
Nombre total des espèces	35
Espèces préférentielles de la végétation de transition	
Forsskaolea tenacissima	130
Maerua crassifolia	82
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	59
Schouwia purpurea subsp. schimperi	35
Podaxis pistillaris	0,4
Tamarix arborea	0,4
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Acacia tortilis sensu lato	93
Crotalaria thebaica	23
Panicum turgidum	3
Acacia ehrenbergiana	1
Citrullus colocynthis	0,9
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Aerva javanica var. bovei	423
Trichodesma africanum	35
Fagonia indica var. indica	26
Senna italica subsp. italica	11
Boerhavia diandra	2
Aristida funiculata	0,4
Morettia philaeana	0,4
Espèces préférentielles de la végétation à Atractylis	
Fagonia thebaica	456
Heliotropium bacciferum	434
Espèces caractéristiques et préférentielles de la végétation à Lavandula- Ochradenus	
Pulicaria incisa	309
Salvia aegyptiaca	11
Hyoscyamus muticus	2
Lavandula antineae	2
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	1
Ochradenus baccatus	0,9
Francoeuria undulata	0,4
Lotononis platycarpa	0,4
Transgressive de la végétation des plages vaseuses à Eragrostis-Crypsis	
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	0,4
Transgressives de la végétation sur granite et sur gneiss	
Cleome droserifolia	23
Cleome chrysantha	0,9
Tribulus bimucronatus	0,4
Compagnes	
Pergularia tomentosa	37
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	11
Euphorbia granulata	0,9

Relevé 139 : plateau Hassanein, plateau gréseux découpé en un labyrinthe de gorges étroites, gorge encombrée de blocs de grès, 29.12.1968.

Relevé 142 : ibid., étroite gorge en forte pente encombrée d'un éboulis de blocs de grès, 30.12.1968.

Relevé 143 : base du plateau Hassanein, oued encombré de blocs de grès, 30.12.1968.

Relevé 199 : oued en direction du mont de Bono, non loin de la limite entre le grès et le granite, étroit oued encombré de blocs de grès et de quelques blocs de granite, 12.1.1969.

Relevé 200 : ibid., tête de l'oued dans des éboulis de blocs de grès, 12.1.1969.

Relevés 204-205 : oued en direction du sommet du mont de Bono, non loin de la limite entre le grès et le granite, étroit oued encombré de blocs de grès et de quelques blocs de granite, 13.1.1969.

Relevé 206 : tête d'un oued non loin du sommet du mont de Bono, dalles gréseuses et éboulis de blocs de grès, 13.1.1969.

Relevé 207 : dans la descente du mont de Bono, oued encombré de blocs de grès, 13.1.1969.

Relevé 209 : ibid., pierrier de blocs de grès, 13.1.1969.

6. La végétation d'altitude des gorges dans le grès à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus* (*Ochradeno baccati - Lavanduletum antineae*)

Quand, dans la partie gréseuse du massif, on remonte les longs oueds en direction du sommet du Jebel Uweinat (plateau Italia, situé vers 1900 m d'altitude), comme Wadi Wahesh et Wadi Abd el Malek par exemple (fig. 1), on rencontre successivement, nous l'avons vu, entre 600 et 1000 (-1100) m, la végétation de basses altitudes à *Fagonia-Aerva* et, ensuite, entre (750-)850 et 1600 m, la végétation de transition de moyennes altitudes. Au-delà, c'est-à-dire entre 1250 et 1850 m, la végétation change totalement et, pratiquement jusqu'au sommet du massif, fait place à une association particulière dominée par *Lavandula antineae*, lavande à fleurs bleu foncé très odorantes, et par *Ochradenus baccatus*, espèce buissonnante de 1-2 m de haut (fig. 13 et fig. hors-texte 23).

A ces altitudes, se raréfient ou souvent n'existent même plus diverses espèces pourtant très présentes à des altitudes inférieures, comme les deux espèces d'*Acacia*, *Aerva javanica* var. *bovei*, *Citrullus colocynthis*, *Crotalaria thebaica*, *Fagonia indica* var. *indica*, *Panicum turgidum*, *Pergularia tomentosa*, *Senna italica* subsp. *italica* et *Trichodesma africanum*. Par contre, apparaît un lot d'espèces nouvelles qui peuvent être considérées commes des *espèces caractéristiques* de cette végétation d'altitude, comme *Lavandula antineae*, *Ochradenus baccatus* et *Helianthemum lippii* var. *lippii*.

Comme l'indique le tableau analytique 41, 9 relevés de cette végétation d'altitude ont été effectués. Celle-ci se développe exclusivement dans des gorges encombrées de blocs de grès entre 1250 et 1850 m d'altitude. Elle se rencontre pratiquement jusqu'au sommet même du Jebel (1900 m), le relevé 89, effectué entre 1800 et 1850 m, étant celui de la végétation la plus élevée du massif. Cette végétation à lavande n'existe pas dans la partie granitique du massif, parce que celle-ci, nous l'avons vu (4[e] partie : 40), ne dépasse pas 1300 (1450) m d'altitude.

Lors de l'établissement des 9 relevés précités, c'est-à-dire en fin novembre et à la mi-décembre 1968, pratiquement toutes les espèces étaient en fleurs, surtout les *Lavandula*, *Heliotropium*, *Salvia*, *Pulicaria* et *Francoeuria*, ainsi que les *Ochradenus*. Seuls la plupart des rares thérophytes étaient desséchés, tandis que les *Acacia* et les *Maerua*, rares eux aussi, étaient pratiquement tous dépourvus de fleurs et de fruits. Cette végétation d'altitude, odorante et toute fleurie, ne manquait pas de ravir les yeux du botaniste en ces régions hyperarides et le récompensait des efforts accomplis pour parvenir en ces lieux après des heures de montée pénible dans les éboulis.

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de (15)20 %, rarement davantage (25-30 %). Le nombre des espèces par relevé oscille entre 6 et 18, mais il diminue avec l'altitude, atteignant 10-18 entre 1250 et 1620 m, mais ne dépassant plus 6-10 au-delà. Le nombre total des espèces figurant dans ce type de végétation s'élève à 29, mais 13 parmi celles-ci (près de 45 %) n'ont été rencontrées qu'une à deux fois seulement.



Figure 13. Non loin du sommet de Wadi Wahesh, étroite gorge encombrée de blocs de grès, végétation d'altitude à Lavandula antineae *(les touffes) et* Ochradenus baccatus *(en retrait, à gauche du petit* Acacia tortilis *sensu lato). 1650 m d'altitude, relevé 60, 30.11.1968*

Figure 13. Not far from the summit of Wadi Wahesh, narrow gorge full of blocks of sandstone, *Lavandula antineae* (the tufts) and *Ochradenus baccatus* (at the back, left of the small *Acacia tortilis* sensu lato) altitudinal vegetation, 1650 m, relevé 60, 30.11.1968

Tableau 41. Tableau analytique de la végétation d'altitude des gorges dans le grès à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus*

Table 41. Analytical association table of the Lavandula antineae *and* Ochradenus baccatus *altitudinal vegetation in gorges on sandstone*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)	Numéros des relevés	57	58	59	60	84	87	88	89	90	Présence sur 9	Valeur de recouvrement
			Altitude (m)	1250-1350	1350-1400	1560	1650	1400-1500	1400-1475	1800	1800-1850	1700-1800		
			Surface des relevés (m)	30 × 500	30 × 500	30 × 500	10 × 400	30 × 500	30 × 500	20 × 25	20 × 20	20 × 20		
			Recouvrement total (%)	15	20	25	30	20	20	20	20	20		
			Nombre des espèces	10	14	16	18	14	15	6	10	6		
			Strate prostrée											
			Recouvrement (%)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-				
			Strate inférieure											
			Recouvrement (%)	15	15	25	30	20	20	20	20	20		
			Hauteur (cm)	20-40	10-50	10-60	10-60	10-50	10-40	20-40	20-60	10-60		
			Strate moyenne											
			Recouvrement (%)		< 5			< 5	< 5		-			
			Hauteur (cm)	-	60	-		80	80	-		-		
			Strate ligneuse inférieure											
			Recouvrement (%)	< 5	10	10	5	5	5	< 5	< 5			
			Hauteur (m)	2	1.50	1.50	1.50	1	1	1	1-2			
			Strate ligneuse supérieure											
			Recouvrement (%)	5	< 5	< 5	5	5	5		< 5	< 5		
			Hauteur (m)	5	10	3	3-4	4	3-6		3	1		
			Strate prostrée											
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa		.	+.1	1.1		+.1		.	.	3	30
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra .	+.1		-		+.1	+.1	-		.	3	3
Pal	Ph.l	1	Cocculus pendulus			-	+.1		-				1	1
SS-SM-I	Th.p	40	Euphorbia granulata	-	+.1					-		-	1	1
SS-SM	Th.é	10	Polycarpaea robbairea	-			+.1	.	-	-			1	1
			Strate inférieure											
S	Ch.s	21	Lavandula antineae	2.1	2.1	3.1	3.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	9	2000
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	+.1	9	335
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	1.1	1.1	+.1	1.1	2.1	1.1	+.1	+.1		8	281
SS	Ch.s	13	Salvia aegyptiaca		1.1	1.1	1.1	-	1.1	+.1	1.1	1.1	7	167
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	+.1	1.1	+.1	+.1	2.1	2.1		-		6	364
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	-	+.1	2.1	1.1	-	+.1	+.1	-	1.1	6	225
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	+.1	+.1	+.1	-	+.1	+.1	.	+.1		6	6
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	+.1	-		+.1	+.1	.		.	4	31
SS-MS	Ch.s	3	Helianthemum lippii var. lippii				1.1				2.1	1.1	3	222
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica ...	1.1	+.1	+.1					-		3	30
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis					+.1	+.1		+.1	.	3	3
SS	H.é	6	Monsonia nivea .			1.1	1.1				-	-	2	55
SS-Sa-SM	Th.é	7	Aristida funiculata	-	+.1		+.1						2	2
SS-Sa-SM	Th.é	2	Cleome amblyocarpa			+.1	+.1	.		.		.	2	2
SS-MS	Ch.s	10	Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca		-	+.1	+.1	-		-			2	2
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda			+.1	+.1	.			.	.	2	2
SA	Ch.s	13	Hyoscyamus muticus ..		.	.		1.1		-		-	1	27
SS	Pl.c	1	Centropodia forskalii subsp. forskalii		.	+.1	-						1	1
			Strate moyenne											
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa		+.1			+.1		-			2	2
SS-Sa	Th.é	22	Schouwia purpurea subsp. schimperi					+.1	+.1				2	2
			Strate ligneuse inférieure											
SS-SM	N.Ph	19	Ochradenus baccatus	1.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	+.1	+.1		8	446
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	-						-	+.1		1	1
			Strate ligneuse supérieure											
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	-	+.1	+.1	8	62
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia ..			.	1.1	1.1	+.1				3	56

Cinq strates peuvent être reconnues. La strate prostrée est nulle à quasi nulle, sauf quelques *Lotononis platycarpa* et *Boerhavia diandra*. La strate inférieure, riche de 18 espèces la plupart suffrutescentes, ne dépasse pas 40-60 cm de haut. La strate moyenne, de 60-80 cm, est pratiquement absente. Dans la strate ligneuse inférieure, de 1-2 m de haut, domine *Ochradenus baccatus*. Seuls quelques *Acacia tortilis* et *Maerua* constituent la strate ligneuse supérieure qui atteint (1)3-6(10) m de hauteur.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de cette végétation sont indiqués dans le tableau 42.

Tableau 42. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation d'altitude à *Lavandula* et *Ochradenus*

Table 42. Unweighted and weighted biological spectra of the Lavandula *and* Ochradenus *altitudinal vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (7)	24,1 %	0,97 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (1)	3,4 %	1,27 %
Chaméphytes (6)	20,7 %	56,10 %
Plurisaisonnières (9)	31,0 %	28,61 %
Phanérophytes (6)	20,7 %	13,05 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré montre que cette végétation d'altitude se compose avant tout de chaméphytes (56,10 %), dont surtout la lavande, et d'espèces plurisaisonnières (28,61 %) qui totalisent 84,71 % et qui ne sont plus dominés que par 13,05 % de phanérophytes, dont surtout par *Ochradenus*.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation à *Lavandula-Ochradenus* figurent dans le tableau 43.

L'examen du spectre chorologique pondéré de cette végétation d'altitude fait apparaître immédiatement l'importance des espèces saharo-sindiennes endémiques qui constituent 58,03 % de l'ensemble, dont 52,26 % (plus de la moitié du spectre !) reviennent aux espèces sahariennes dont *Lavandula antineae* fait partie. *Cette végétation d'altitude est donc avant tout une végétation saharienne.*

La comparaison des spectres chorologiques pondérés des divers types de végétation rencontrés dans la partie gréseuse du massif, depuis la base jusqu'au sommet du Jebel Uweinat (végétation à *Acacia-Panicum*, tableau 22 ; à *Fagonia-Aerva*, tableau 26 ; de transition, tableau 39 et à *Lavandula-Ochradenus*, tableau 43) montre :

1. l'*augmentation* progressive de l'importance des espèces sahariennes endémiques (S) dont les pourcentages passent successivement de 0,07 % à 1,58 %, puis à 21,15 % dans la végétation de transition et, enfin, à 52,26 % dans le groupement à *Lavandula-Ochradenus* ;
2. la *diminution* progressive de l'importance des espèces de liaison à large distribution (liaison trirégionale ou davantage) dont les pourcentages passent successivement de 95,91 % à 90,60 %, tombent ensuite à 68,45 % dans la végétation de transition, pour ne plus atteindre que 26,37 % dans la présente végétation.

Tableau 43. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation d'altitude à *Lavandula* et *Ochradenus*

Table 43. Unweighted and weighted chorological spectra of the Lavandula *and* Ochradenus *altitudinal vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (7) ...	24,13 %		58,03 %	
S (3)		10,34 %		52,26 %
SA (1) .		3,45 %		0,63 %
SS (3)		10,34 %		5,14 %
Espèces de liaison birégionale (6)	20,69 %		15,59 %	
SS-MS (2) .		6,90 %		5,14 %
SS-Sa (1) ..		3,45 %		0,05 %
SS-SM (3)		10,34 %		10,40 %
Espèces de liaison trirégionale (10) .	34,48 %		10,65 %	
SS-Sa-SM (8)		27,58 %		9,94 %
SS-SM-IT (1)		3,45 %		0,02 %
SS-SM-I (1)		3,45 %		0,69 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (Pal) (6)	20,69 %		15,72 %	
	100 %		100 %	

Ces données montrent donc clairement que le caractère saharien de la végétation s'affirme avec l'altitude et cela au désavantage des espèces de liaison à large distribution, la plupart tropicales africaines.

L'analyse du spectre chorologique pondéré (tableau 43) indique que cette végétation à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus* pourrait exister également, sous l'une ou l'autre forme, dans les parties élevées de divers massifs montagneux du Sahara.

Par suite de sa localisation en altitude, de son caractère très nettement saharien et surtout de sa composition floristique très différente, cette association à *Lavandula-Ochradenus* fait partie d'un autre ensemble phytosociologique supérieur que celui qui renferme les diverses associations décrites précédemment dans les régions gréseuses moins élevées du Jebel Uweinat, associations qui font partie, elles, de l'Ordre des *Pergulario-Pulicarietalia* et de la Classe des *Pergulario-Pulicarietea* proposés par Quézel en 1965 (voir p. 71).

Diverses associations, dans lesquelles *Lavandula antineae* est représenté, ont, en effet, été décrites colonisant les lits d'oueds des hautes montagnes du Sahara (Hoggar, Tibesti). Quézel a proposé de les ranger dans l'Ordre des *Lavanduletalia antineae* et dans la Classe des *Lavanduletea antineae* (Quézel 1965 : 227-228). La végétation à *Lavandula-Ochradenus* du Jebel Uweinat ne correspondant floristiquement à aucune des associations décrites, nous proposons de la considérer comme nouvelle (*Ochradeno baccati-Lavanduletum antineae*, ass. nov. ; relevé-type : relevé 60 du tableau analytique 41).

Le tableau 44 représente le tableau synthétique des 9 relevés de cette végétation d'altitude à *Lavandula-Ochradenus*. L'examen de ce tableau, qui compte 29 espèces, montre :

1. que 6 espèces peuvent être considérées comme des *espèces caractéristiques*, parmi lesquelles figurent principalement *Lavandula antineae*, *Ochradenus baccatus* et *Helianthemum lippii* var. *lippii* ;

2. que 7 autres espèces peuvent être considérées, elles, comme des *espèces préférentielles*, parmi lesquelles on compte principalement *Pulicaria incisa*, *Francoeuria undulata*, *Salvia aegyptiaca* et *Monsonia nivea* ;
3. que sur les 29 espèces que comporte cette association, 13 sont donc des espèces caractéristiques et préférentielles, soit 44 % de l'ensemble ; ce pourcentage est, de loin, *le plus élevé* parmi toutes les associations existant dans la partie gréseuse du massif, pourcentage qui varie entre 13 (végétation à *Atractylis*) et 33 (végétation à *Fagonia-Aerva*).

Cette végétation à *Lavandula- Ochradenus* est donc remarquablement caractérisée par un ensemble très riche d'espèces.

Tableau 44. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation à *Lavandula antineae* et *Ochradenus baccatus*

Table 44. Synthetical association table, with cover values, of the Lavandula antineae *and* Ochradenus baccatus *vegetation*

Nombre des relevés	9
Nombre total des espèces	29
Espèces caractéristiques de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Lavandula antineae	2000
Ochradenus baccatus	446
Helianthemum lippii var. lippii	222
Cleome amblyocarpa	2
Centropodia forskalii subsp. forskalii	1
Cocculus pendulus	1
Espèces préférentielles de la végétation à Lavandula-Ochradenus	
Pulicaria incisa	364
Francoeuria undulata	225
Salvia aegyptiaca	167
Monsonia nivea	55
Lotononis platycarpa	30
Hyoscyamus muticus	27
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	2
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Acacia tortilis sensu lato	62
Acacia ehrenbergiana	1
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Aerva javanica var. bovei	31
Fagonia indica var. indica	30
Boerhavia diandra	3
Aristida funiculata	2
Espèces préférentielles de la végétation à Atractylis	
Heliotropium bacciferum	335
Fagonia thebaica	281
Espèces préférentielles de la végétation de transition	
Maerua crassifolia	56
Forsskaolea tenacissima	6
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	3
Schouwia purpurea subsp. schimperi	2
Transgressive de la végétation des plages vaseuses à Eragrostis-Crypsis	
Polycarpaea robbairea	1
Compagnes	
Pergularia tomentosa	2
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	2
Euphorbia granulata	1

Localisation des relevés

Relevés 57-58 : en direction du sommet de Wadi Wahesh, étroite gorge encombrée de blocs de grès, 29.11.1968.

Relevés 59-60 : près du sommet de Wadi Wahesh, au-delà d'un large cirque, étroite gorge encombrée de blocs de grès entremêlés d'un peu de sable, fig. 13, 30.11.1968.

Relevé 84 : près du sommet de Wadi Abd el Malek, gorge encombrée de blocs de grès, 15.12.1968.

Relevé 87 : environs du sommet de Wadi Abd el Malek, gorge encombrée de gros blocs de grès, 15.12.1968.

Relevés 88-89 : non loin du plateau Italia, sommet du Jebel Uweinat, gorge encombrée de blocs de grès, 15.12.1968.

Relevé 90 : ibid., dalles gréseuses, 15.12.1968.

7. La végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* sur gravillon gréseux dans les zones d'épandage de piedmont (*Fagonio arabicae - Stipagrostietum acutiflorae*)

Dans les zones d'épandage de piedmont de la partie gréseuse du Jebel Uweinat, sur ses flancs nord et est, se développe une végétation particulière : *les pâturages à Stipagrostis*. Ces endroits sont, en effet, spécialement recherchés par les gazelles qui broutent les jeunes pousses de ces graminées (fig. hors-texte 23).

Les 21 relevés effectués de ce type de végétation, rencontré entre 600 et 880 m d'altitude, ont été réunis dans le tableau analytique hors-texte 45.

Sur les flancs nord et nord-est du massif, cette végétation se rencontre depuis le Karkur Ekdui jusqu'au Trapezio, en passant par la plaine au sortir de Karkur Talh et au pied de Belpelli (fig. 1). En ces endroits, le substrat sur lequel se développent ces pâturages est constitué principalement par un gravillon gréseux auquel se mêle du sable grossier à gros grains en quantité variable, ainsi que parfois quelques petits blocs de grès. Les proportions de gravillon et de sable varient selon les endroits sans qu'il soit possible de mettre en évidence une quelconque influence sur la composition de la végétation. Tout au plus peut-on constater, en certains endroits, une plus grande abondance de *Fagonia* dans de petites dépressions où dominent les gravillons gréseux et de petits blocs de grès, alors que les *Stipagrostis* sont un peu plus fréquents sur sable plus pur.

Sur le flanc oriental du massif, par contre, entre Il Trapezio et Ras el Abd, se mêle souvent à ce type de substrat un peu de gravillon de gneiss provenant des petites collines gneissiques voisines qui abondent en bordure même du massif (fig. 1). En ces endroits, ce substrat repose souvent sur de l'argile compacte peu profonde, ce qui assure à la végétation une meilleure économie en eau.

A l'époque des relevés (novembre-décembre 1968 et début janvier 1969), la végétation des flancs nord et nord-est du massif était entièrement desséchée, mais divers individus portaient encore de vieux fruits, tandis que les *Stipagrostis* commençaient seulement à émettre de jeunes pousses. Sur le flanc oriental, par contre, la végétation était plus verte et souvent en fleurs, notamment les *Stipagrostis*.

Les surfaces occupées par cette végétation sont assez étendues et couvrent fréquemment plusieurs hectares. Le recouvrement total est de l'ordre de 10-40 % sur les flancs nord et nord-est du massif, mais il atteint souvent davantage (40-60 %) sur le flanc oriental.

Le nombre des espèces par relevé varie entre 2 et 10 et le nombre total des espèces rencontrées dans ces pâturages à *Stipagrostis* atteint 15, mais 4 d'entre elles n'ont été

rencontrées que 1-2 fois sur les 21 relevés effectués. Le nombre d'espèces varie selon les flancs du Jebel Uweinat : de (2)3-6(7) sur les flancs nord et nord-est du massif, alors qu'il atteint souvent 8-10 sur le flanc oriental.

On voit ainsi que le flanc oriental du Jebel Uweinat se distingue des flancs nord et nord-est par l'ensemble des caractères suivants :

- présence d'un peu de gravillon de gneiss ;
- substrat reposant souvent sur de l'argile compacte peu profonde assurant une meilleure économie en eau ;
- végétation plus verte et plus fleurie ;
- recouvrement total de la végétation souvent plus élevé ;
- nombre d'espèces par relevé souvent plus élevé.

La comparaison des figures 14 et 15, prises respectivement sur le flanc nord (relevé 27) et sur le flanc est du massif (relevé 68), illustre clairement ces différences d'aspect dans la végétation. Ces différences n'affectent cependant pas la composition de la végétation et il ne nous a pas paru possible d'y distinguer ne fût-ce que des variantes.

Les espèces dominantes dans la présente végétation sont au nombre de 4 : *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* (présent 15 fois sur 21 relevés avec une valeur de recouvrement de 1667), *Fagonia arabica* var. *arabica* (13 fois et 1595), *Stipagrostis rigidifolia* (10 fois et 512) et *Fagonia indica* var. *indica* (13 fois et 251).



Figure 14. Karkur Ekdui, plaine sur le flanc nord du massif, sable grossier reposant sur de la terre brunâtre, végétation desséchée à Stipagrostis *et* Fagonia arabica *var.* arabica, *avec* Stipagrostis rigidifolia, Fagonia indica *var.* indica *et* Morettia philaeana, *600 m d'altitude, relevé 27, 9.11.1968.*

Figure 14. Karkur Ekdui, a flat open plain on the northern side of the massif, coarse sand lying on brownish soil, withered *Stipagrostis* and *Fagonia arabica* var. *arabica* vegetation, with *Stipagrostis rigidifolia*, *Fagonia indica* var. *indica* and *Morettia philaeana*, 600 m, relevé 27, 9.11.1968.



Figure 15. Entre Ras el Abd et le massif sur le flanc oriental du Jebel, oued, sable grossier mêlé de gravillon de grès et d'un peu de gravillon de gneiss, le tout reposant sur de l'argile compacte, végétation verte et fleurie à Stipagrostis *et* Fagonia arabica *var.* arabica, *faciès à* Fagonia arabica *var.* arabica, *720-740 m d'altitude, relevé 68, 6.12.1968.*

Figure 15. Between Ras el Abd and the massif on the eastern side of the Jebel, wadi, coarse sand mixed with fine sandstone gravel and some fine gneissic gravel, the whole lying on a bed of dense clay, green vegetation in flower, *Stipagrostis* and *Fagonia arabica* var. *arabica* vegetation, facies with *Fagonia arabica* var. *arabica*, 720-740 m, relevé 68, 6.12.1968.

Ces pâturages à *Stipagrostis* du Jebel Uweinat constituent une excellente association dont les trois premières des 4 espèces précitées peuvent être considérées, avec *Farsetia stylosa*, comme des espèces nettement préférentielles.

Les trois premières de ces 4 espèces sont parfois localement dominantes au point de constituer des *faciès*, ainsi le faciès à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* (relevés 147, 150 et 151 par exemple), le faciès à *Fagonia arabica* var. *arabica* (relevé 68 fig. 15 et le relevé 154), ainsi que le faciès à *Stipagrostis rigidifolia* (relevé 28).

Quatre strates peuvent être reconnues au sein de ces pâturages à *Stipagrostis*, mais trois d'entre elles sont à peine représentées, sinon la strate moyenne avec quelques *Aerva* (tableau analytique hors-texte 45). Toutes les espèces les plus présentes sont, en effet, réunies dans une strate inférieure de (5)10-60 cm de hauteur dont les constituants sont fréquemment installés au sommet de petits monticules de sable.

Le tableau 46 donne un aperçu des *spectres biologiques*, brut et pondéré, de la végétation de ces pâturages.

Le spectre biologique pondéré de la végétation de ces pâturages à *Stipagrostis* montre l'écrasante dominance des espèces plurisaisonnières (94,81 %) dont font partie les

Tableau 46. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*

Table 46. Unweighted and weighted biological spectra of the vegetation of the Stipagrostis *and* Fagonia arabica *var.* arabica *grazing-grounds*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (1)	6,7 %	0,29 %
Chaméphytes (4)	26,7 %	4,81 %
Plurisaisonnières (8)	53,3 %	94,81 %
Phanérophytes (2)	13,3 %	0,09 %
	100 %	100 %

Tableau 47. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*

Table 47. Unweighted and weighted chorological spectra of the vegetation of the Stipagrostis *and* Fagonia arabica *var.* arabica *grazing-grounds*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (3)	20,00 %		86,04 %	
S (1) ..		6,66 %		11,68 %
SNS (1)		6,66 %		38,00 %
SS (1)		6,66 %		36,36 %
Espèces de liaison birégionale (3)	20,00 %		3,59 %	
SS-Sa (2)		13,33 %		3,58 %
SS-IT (1) ..		6,66 %		0,01 %
Espèces de liaison trirégionale (7) ...	46,66 %		10,01 %	
SS-Sa-SM (6)		40,00 %		4,29 %
SS-SM-I (1)		6,66 %		5,72 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (2)	13,33 %		0,36 %	
Pal (1)		6,66 %		0,07 %
Pal-Tc (1) .		6,66 %		0,29 %
	100 %		100 %	

4 espèces à plus haute valeur de recouvrement (les 2 *Stipagrostis* et les 2 *Fagonia*). Ces espèces plurisaisonnières, nous l'avons vu (4e partie : 57), sont remarquablement adaptées aux conditions désertiques avec des périodes interpluviales de plusieurs années.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de la présente végétation sont mentionnés dans le tableau 47.

L'examen du spectre chorologique pondéré fait apparaître l'écrasant pourcentage des espèces saharo-sindiennes endémiques (86,04 %), dont font précisément partie les deux espèces de *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*.

Cette végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* se présente donc comme une végétation typiquement saharo-sindienne qui pourrait se retrouver dans la moitié orientale du Sahara (sous-zone régionale saharienne), région où les trois espèces précitées coexistent.

En effet, au Gilf Kebir, massif gréseux situé à 200-250 km au nord-nord-est du Jebel Uweinat (1ère partie : 310, fig. 1), Alaily *et al.* (1987 : 13) ont signalé l'existence d'une végétation composée de *Stipagrostis acutiflora* et de *Fagonia arabica* qui semble très proche de la présente végétation du Jebel Uweinat. Au Gilf Kebir également, Bornkamm & Kehl (1990 : 195-196 ; voir également Kehl & Bornkamm 1993 : 170) mentionnent l'existence d'un groupement composé de *Fagonia arabica* et de *Stipagrostis acutiflora* qui nous paraît représenter un aspect fort appauvri de la présente végétation à *Stipagrostis-Fagonia* du Jebel Uweinat. Ces auteurs décrivent brièvement, d'autre part, une association à *Stipagrostis acutiflora* et *Zilla spinosa* composée de trois types de végétation différents :

1. une sous-association typique composée de *Fagonia arabica, Stipagrostis acutiflora, Zilla spinosa* et *Citrullus colocynthis* ;
2. un ensemble composé de *Stipagrostis acutiflora, Zilla spinosa* et *Farsetia stylosa* (sub *F. ramosissima*) accompagnés de *Salsola baryosma, Fagonia arabica, Astragalus vogelii, Trichodesma africanum, Fagonia indica, Tribulus* aff. *pterocephalus, Schouwia purpurea* (sub *S. thebaica*), *Monsonia nivea, Prasium majus* et *Acacia raddiana* ;
3. une végétation composée uniquement de *Stipagrostis acutiflora* (*Stipagrostietum nudum*).

Si cette dernière végétation se rapporte à la végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* et *Morettia philaeana* décrite ci-après, les deux premiers types de végétation sont fort proches de la présente végétation des pâturages à *Stipagrostis acutiflora* et *Fagonia arabica* du Jebel Uweinat. Ils semblent cependant s'en distinguer par une moins grande abondance de *Stipagrostis acutiflora*, par l'absence de *Stipagrostis rigidifolia* et de *Crotalaria thebaica*, ainsi que par la présence d'espèces non signalées à Uweinat, comme *Zilla spinosa, Salsola baryosma* et *Prasium majus*.

Parmi les divers types de végétation saharienne dans lesquels *Stipagrostis* (*Aristida*) *acutiflora* est bien représenté, Quézel (1965 : 86 et 95) mentionne la végétation à *Calligonum comosum* et *Aristida pungens* sur les dunes vives et les ergs sahariens, ainsi qu'un groupement dérivé, l'association à *Stipagrostis acutiflora* et *Indigofera semitrijuga*. Ces deux végétations sont cependant nettement différentes de la présente végétation. D'autre part, dans les zones de piedmont des massifs montagneux du Sahara méridional, Quézel (1965 : 296) cite deux associations particulières, mais dont la composition floristique est, elle ici aussi, très distincte de celle d'Uweinat.

Il semble bien, dès lors, que la présente végétation, qui colonise les pourtours gréseux et gréso-gneissiques du massif, constitue une association nouvelle : l'association à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Fagonia arabica* var. *arabica* ou *Fagonio arabicae-Stipagrostietum acutiflorae*, ass. nov. (relevé-type : relevé 156 du tableau analytique hors-texte 45).

Ces pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia* font partie manifestement d'un autre Ordre que les divers groupements rencontrés dans la partie gréseuse du massif et qui appartiennent, nous l'avons vu, aux *Pergulario-Pulicarietalia* et aux *Lavanduletalia antineae*. Une hiérarchisation phytosociologique des divers types de pâturages saharo-sindiens à *Stipagrostis* et *Fagonia* reste cependant encore à établir.

Le tableau synthétique (tableau 48) de la présente végétation des pâturages à *Stipagrostis* montre que, sur les 15 espèces recensées, 4 peuvent être considérées

Tableau 48. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica*

Table 48. Synthetical association table, with cover values, of the vegetation of the Stipagrostis *and* Fagonia arabica *var.* arabica *grazing-grounds*

Nombre des relevés	21
Nombre total des espèces	15
Espèces préférentielles de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	1667
Fagonia arabica var. arabica	1595
Stipagrostis rigidifolia	512
Farsetia stylosa	96
Espèces préférentielles de la végétation à Acacia-Panicum	
Crotalaria thebaica	121
Panicum turgidum	14
Citrullus colocynthis	13
Acacia tortilis sensu lato	3
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Fagonia indica var. indica	251
Aerva javanica var. bovei	75
Morettia philaeana	40
Senna italica subsp. italica	0,5
Espèce préférentielle de la végétation à Atractylis	
Heliotropium bacciferum	1
Transgressive de la végétation sur granite et sur gneiss	
Tribulus macropterus var. macropterus	0,5
Compagne	
Pergularia tomentosa	1

comme des espèces nettement préférentielles, dont surtout *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Fagonia arabica* var. *arabica*. Les 11 autres espèces se partagent en espèces préférentielles d'autres types de végétation observés dans la partie gréseuse du massif, ainsi qu'en une espèce transgressive et une compagne, toutes deux très peu présentes.

Localisation des relevés

Relevé 27 : Karkur Ekdui, plaine sur le flanc nord du massif, non loin du débouché du Karkur Talh, sable grossier à gros grains reposant sur de la terre brunâtre, végétation desséchée, fig. 14, 9.11.1968.

Relevé 28 : ibid., au débouché d'un petit oued, végétation desséchée reposant sur de petits monticules, 9.11.1968.

Relevé 33 : entre Belpelli et le camp de base sur le flanc nord-est du massif, sable fin surmonté de sable grossier à gros grains et de petits blocs de grès, végétation sur de petits monticules, 13.11.1968.

Relevé 64 : petite anse sur le flanc est du massif, en face de Ras el Abd, gravillon gréseux entremêlé de gravillon de gneiss et de petits blocs de grès, 5.12.1968.

Relevé 65 : entre Ras el Abd et Belpelli sur le flanc est du massif, dans la zone d'étalement d'un oued, sable grossier entremêlé de gravillon de grès et de gravillon de gneiss, pâturage à *Stipagrostis*, 6.12.1968.

Relevé 66 : entre Ras el Abd et Belpelli, sur le flanc est du massif, large lit d'un oued près de son embouchure dans la plaine, fin gravillon de grès mêlé de très peu de gravillon de gneiss, le tout reposant sur de l'argile compacte, végétation très sèche installée sur de petits monticules, 6.12.1968.

Relevé 68 : entre Ras el Abd et le massif, en direction de Belpelli, oued, sable grossier mêlé de gravillon de grès et d'un peu de gravillon de gneiss, le tout reposant sur de l'argile compacte, végétation verte et en fleurs, fig. 15, 6.12.1968.

Relevé 71 : entre Ras el Abd et Belpelli, flanc est du massif, zone d'étalement d'un oued, fine couche de sable entremêlé de gravillon de grès et d'un peu de gravillon de gneiss, le tout reposant sur un banc d'argile compacte, végétation très verte et fleurie, nombreuses traces de gazelles, 6.12.1968.

Relevé 73 : près de l'entrée de Karkur Talh, dans la plaine sur le flanc nord du massif, sable grossier, végétation très desséchée installée sur de petits monticules, 8.12.1968.

Relevé 74 : ibid., sable grossier mêlé à du gravillon gréseux, végétation desséchée, 8.12.1968.

Relevé 144 : flanc nord-est du massif, oued au pied de Belpelli, sable entremêlé de gravillon de grès, végétation desséchée au sommet de petits monticules de 30-40 cm de haut, 1.1.1969.

Relevés 147-148 : ibid., au pied d'une colline de grès, sable entremêlé d'un cailloutis gréseux, 1.1.1969.

Relevé 150 : ibid., sable entremêlé de quelques petits blocs de grès, végétation desséchée, 1.1.1969.

Relevé 151 : ibid., oued au pied d'une colline de grès, sable entremêlé de petits blocs de grès, 1.1.1969.

Relevés 152-153 : flanc est du massif, entre le massif et Il Trapezio, sable entremêlé de gravillon de grès et d'un peu de gravillon de gneiss, végétation desséchée installée sur de petits monticules, 1.1.1969.

Relevés 154-156 : flanc est du massif, entre Il Trapezio et Ras el Abd, oueds sur gravillon gréseux entremêlé de sable et d'un peu de gravillon de gneiss, végétation installée sur de petits monticules, 1.1.1969.

Relevé 158 : flanc nord du massif, à l'ouest de Karkur Ekdui, sable grossier reposant sur un substrat argilo-sablonneux compact, végétation desséchée, 2.1.1969.

8. La végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives

Les dunes vives, c'est-à-dire les dunes composées de sables mouvants, sont peu abondantes au Jebel Uweinat. Elles existent cependant, sous la forme d'un important cordon dunaire, entre le Jebel Uweinat et le Jebel Arkenu, massif situé à 30-40 km environ au nord-ouest d'Uweinat, c'est-à-dire au nord-ouest de l'Isolotto (fig. 1). Dans le massif même, on trouve quelques petites dunes vives dans Karkur Talh et dans Wadi Talh. Elles sont un peu plus nombreuses sur le flanc oriental du Jebel, entre Ras el Abd et Belpelli notamment (fig. 1 et fig. hors-texte 23).

Lors de notre passage en janvier 1965 et lors de notre séjour de la mi-octobre 1968 à la mi-janvier 1969, toutes ces dunes étaient pratiquement dépourvues de végétation, si ce n'est à leur pied ou sur la partie inférieure des pentes. En ces endroits, qu'atteignent parfois les eaux de ruissellement provenant du massif, se développaient, en effet, l'une ou l'autre espèce.

Nous avons effectué 12 relevés de cette végétation psammophile (tableau 49). Celle-ci se rencontre uniquement entre 600 et 850 m d'altitude et généralement sur de petites surfaces. Le recouvrement de la végétation est ordinairement très faible (5-25 %), mais peut atteindre jusqu'à 30-40 % en certains endroits. La hauteur de l'unique strate est de l'ordre de 10-40 cm et souvent même moins par suite du broutement à ras par les gazelles.

Par suite des conditions xériques extrêmes régnant en ces milieux, la végétation est particulièrement pauvre en espèces et les relevés ne comportent qu'une ou deux espèces, exceptionnellement davantage en cas de présence d'espèces transgressives. Le nombre total des espèces rencontrées dans ce type de milieu n'atteint que 4.

Une espèce, *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*, est toujours présente, avec des coefficients d'abondance variant de + à 3 et avec une valeur de recouvrement de 1397. *Morettia philaeana* l'accompagne assez souvent et est présent dans 6 relevés sur 12, mais est toujours peu abondant (valeur de recouvrement de 45). Plus rarement, 3 fois sur 12 et uniquement sur le flanc oriental du Jebel, se rencontre *Fagonia arabica* var. *arabica*, espèce transgressive commune sur les gravillons gréseux qui jouxtent les dunes. Tel est le cas également de *Fagonia indica* var. *indica*, observé une fois seulement.

Au moment des relevés, les touffes des *Stipagrostis* étaient généralement complètement desséchées, mais portaient souvent encore des fruits surmontés d'une arête à 3 branches dont la centrale typiquement plumeuse. Certains individus cependant montraient de temps à autre de jeunes pousses basilaires vertes stériles ou parfois même porteuses de fleurs. Tous les individus rencontrés de *Morettia philaeana*, par contre, étaient

Tableau 49. Tableau analytique de la végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives

Table 49. Analytical association table of the Stipagrostis acutiflora *subsp.* acutiflora *and* Morettia philaeana *derived vegetation on moving dunes*

[illegible]	Types biologiques	Coefficients de [illegible]													Présence sur 12	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	6.1.1965	7.1.1965	7.1.1965	3	5	18bis	21	67	70	72	145	146		
			[illegible]	600	600	600	600	600	650	650	750	750	750	840	850		
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	2 × 5	5 × 5	2 × 5	2 × 30	20 × 20	4 × 50	10 × 10	4 × 50	20 × 100	20 × 50		
			Recouvrement total [illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	20	15	10	25	30	40	30		
			Nombre des espèces	1	1	1	2	2	2	2	2	1	4	2	2		
			Strate unique														
			Hauteur (cm)	4-15	20-40	20-40	20-40	20-30	5	4-12	5	10-30	10-30	30-40	30-40		
SNS	Pl.c	26	Stipagrostis acutiflora subsp.acutiflora	+ 1	1 2	1 1	1 1	+ 1	2 1	2 1	1 1	2 1	3 1	3 1	3.1	12	1397
[illegible]	[illegible]	44	[illegible]	[illegible]	[illegible]		1 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		1 1	-	-	6	45
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica						-	-	-		+ 1	+ 1	+ 1	3	2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]							-		-	+ 1			1	0,8

toujours complètement desséchés et limés par le vent, mais portaient souvent encore quelques fruits.

Aucune de ces deux espèces ne peut être considérée comme espèce caractéristique, ni même préférentielle de ce type de végétation. *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* se rencontre communément, en effet, sur des sables fixés (végétation dérivée à *Citrullus-Crotalaria*, avec une valeur de recouvrement de 606) et surtout sur gravillon gréseux mêlé à du sable (pâturages à *Stipagrostis-Fagonia*, avec une valeur de recouvrement de 1667). Il en va de même pour *Morettia philaeana* qui a été observé assez souvent, mais toujours en petites quantités, dans la végétation croissant sur des sols encombrés de blocs de grès (végétation à *Fagonia-Aerva*, avec une valeur de recouvrement de 101), sur des sables fixés (végétation à *Acacia-Panicum*), ainsi que sur du gravillon gréseux (pâturages à *Stipagrostis-Fagonia*). Cependant, parmi les diverses espèces psammophiles rencontrées au Jebel Uweinat, seules ces deux espèces parviennent à survivre dans ce milieu dunaire particulièrement inhospitalier.

La survie de *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* sur ces sables mobiles est rendue possible grâce à deux caractères particuliers : des manchons radiculaires et des stolons permettant l'adaptation à l'ensablement progressif. Les nombreuses et longues racines verticales de cette espèce, comme celles des autres espèces de *Stipagrostis* d'ailleurs, sont entourées d'un manchon protecteur composé de grains de sable parmi lesquels persistent les poils absorbants qui, de la sorte, poursuivent plus longtemps leur fonction absorbante (voir 1ère partie : 248, 298 et fig. 25B-D). Les touffes de cette espèce, d'autre part, sont fréquemment garnies de courts stolons s'élevant obliquement et s'enracinant sur la nouvelle couche de sable amenée par les vents, facilitant ainsi l'adaptation à l'ensablement progressif. A ces deux caractères particuliers, il convient d'ajouter le fait que les fruits, dispersés par le vent grâce à leur arête centrale plumeuse, s'accumulent fréquemment au pied des dunes permettant ainsi une germination abondante en cas d'humidification.

Le *spectre biologique* de cette végétation montre que celle-ci n'est composée *que* d'espèces plurisaisonnières, soit cespiteuses (*Stipagrostis*), soit à tendance suffrutescente (*Morettia, Fagonia*). Or, nous avons vu (4e partie : 57-59) que les espèces appartenant à ce type biologique particulier étaient précisément *remarquablement adaptées* aux conditions désertiques, puisque leur reproduction était toujours assurée quelle que soit la durée des périodes interpluviales.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, sont représentés dans le tableau 50.

Tableau 50. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana*

Table 50. Unweighted and weighted chorological spectra of the Stipagrostis acutiflora *subsp.* acutiflora *and* Morettia philaeana *derived vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (2)	50 %		96,83 %	
SNS (1)		25 %		96,66 %
SS (1)		25 %		0,17 %
Espèce de liaison birégionale (SS-Sa) (1)	25 %		3,11 %	
Espèce de liaison trirégionale (SS-SM-I) (1)	25 %		0,06 %	
	100 %		100 %	

Le spectre chorologique pondéré de cette végétation montre que cette dernière est avant tout une végétation saharo-sindienne endémique (96,83 %), essentiellement saharo/nubo-sindienne (96,66 %), type de distribution auquel appartient *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora*.

Cette végétation pourrait donc se retrouver, mais probablement plus riche en espèces, dans tout le Sahara (sous-zone régionale saharienne), ainsi que dans la partie occidentale du centre local d'endémisme nubo-sindien (Egypte, Sinaï, pourtours de la péninsule arabique).

Quézel (1965 : 84-92) rappelle l'existence sur les dunes sahariennes de diverses associations qu'il propose de réunir en une seule association caractérisant les sables sahariens non fixés et dans laquelle *Aristida* (= *Stipagrostis*) *acutiflora* est bien représenté et considéré comme espèce caractéristique exclusive au côté d'*Aristida* (= *Stipagrostis*) *pungens*, espèce dominante toujours présente. Auprès de cette association, Quézel (1965 : 95) situe divers petits groupements dérivés, dont l'association à *Aristida* (= *Stipagrostis*) *acutiflora* et *Indigofera semitrijuga* riche en *Cornulaca monacantha* et décrite du Tibesti (Borkou). La végétation à *Stipagrostis acutiflora* et *Morettia philaeana* du Jebel Uweinat se rapproche de cette dernière association, mais celle-ci est plus riche en espèces (12), ne comprend pas de *Morettia philaeana*, mais comporte des *Cornulaca monacantha* et des *Indigofera semitrijuga* non signalés à Uweinat.

En conclusion, il nous semble que la présente végétation, dépourvue d'espèces caractéristiques et même d'espèces préférentielles, n'est pas à considérer comme une association particulière, puisque toutes ses composantes existent dans la végétation des pâturages à *Stipagrostis-Fagonia* développée sur gravillon gréseux mêlé de sable. Elle est à considérer plutôt comme une *végétation dérivée représentant le stade ultime d'appauvrissement floristique* de la végétation des pâturages à *Stipagrostis-Fagonia*.

Une végétation composée uniquement de *Stipagrostis acutiflora* a été signalée au Gilf Kebir, massif gréseux situé à 200-250 km au nord - nord-est du Jebel Uweinat (Alaily *et al.* 1987 : 14 ; Bornkamm & Kehl 1990 : 197 ; Kehl & Bornkamm 1993 : 164, 165, 167, 172). Cette végétation représente l'appauvrissement floristique extrême de la présente végétation dérivée et correspond bien à celle de divers relevés effectués au Jebel Uweinat et dans ses environs (voir le tableau analytique 49, notamment les relevés de 1965 et le relevé 70) (voir également p. 90).

Le tableau synthétique (tableau 51) de cette végétation dérivée fait bien apparaître l'absence en son sein d'espèces caractéristiques et préférentielles.

Localisation des relevés

Relevé du 6.1.1965 : entre le Jebel Arkenu et le Jebel Uweinat, env. 22°05'N 24°49'E, dune de sable pur pratiquement dépourvue de toute végétation, unique échantillon observé, en pleine dune, dans une dépression, 6.1.1965.

Relevé du 7.1.1965 : Sudan, non loin de la frontière Sudan-Egypte, env. 21°52'N 25°33'E, au pied d'une dune dépourvue de toute végétation, 7.1.1965.

Relevé du 7.1.1965 : Egypte, 10 km au nord-est du relevé précédent, au pied d'une dune, 7.1.1965.

Relevé 3 : entre le Jebel Arkenu et le Jebel Uweinat, au nord-ouest de l'Isolotto, env. 22°05'N 24°49'E, dune de sable pur pratiquement dépourvue de toute végétation, en pleine dune, 20.10.1968.

Relevé 5 : aux environs de l'Isolotto, au pied d'une dune, 21.10.1968.

Relevé 18bis : Wadi Talh, versant ouest avant Wadi Mardain, en bordure de la vallée, au pied d'une dune, 2.11.1968.

Relevé 21 : Karkur Talh, sur la pente au pied d'une grande dune de sable mouvant, 4.11.1968.

Tableau 51. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation dérivée à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana*

Table 51. Synthetical association table, with cover values, of the Stipagrostis acutiflora *subsp.* acutiflora *and* Morettia philaeana *derived vegetation*

Nombre des relevés	12
Nombre total des espèces	4
Espèces préférentielles de la végétation à Fagonia-Aerva	
Morettia philaeana	45
Fagonia indica var. indica	0,8
Espèces préférentielles de la végétation à Stipagrostis-Fagonia	
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	1397
Fagonia arabica var. arabica	2

Relevé 67 : flanc est du Jebel Uweinat, entre Ras el Abd et Belpelli, au pied d'une dune de sable nu, 6.12.1968.

Relevé 70 : entre Ras el Abd et le massif, sur la pente et au pied d'une dune de sable pur, 6.12.1968.

Relevé 72 : flanc est du Jebel Uweinat, en face de Ras el Abd, non loin de Belpelli, sur les pentes d'une dune de sable pur, 6.12.1968.

Relevés 145-146 : flanc nord-est du Jebel Uweinat, au pied de Belpelli, au pied de dunes de sable pur, 1.1.1969.

9. Tableau synthétique général des 8 types de végétation de la partie gréseuse du massif

Le tableau hors-texte 52 consiste en un tableau synthétique général des 8 types de végétation reconnus dans la partie gréseuse du massif. Toute la végétation développée sur le grès et sur le sable, en période interpluviale rappelons-le, est ainsi résumée dans ce tableau, hormis bien entendu la végétation des divers groupements hygrophiles traitée dans le chapitre précédent.

Ces 8 types de végétation peuvent être rangés dans 3 Classes bien distinctes. Au sein des *Pergulario-Pulicarietea* figurent 3 associations (1, 2, 4) et une végétation dérivée à *Citrullus-Crotalaria* (3), tandis que les *Lavanduletea antineae* sont représentés par une association bien distincte (6). La transition entre ces deux Classes s'opère, sur le terrain, par une végétation de transition (5). Une troisième Classe, encore à définir, englobe une association (7) et une végétation dérivée à *Stipagrostis-Morettia* (8).

Ce tableau synthétique général repose sur 114 relevés phytosociologiques et comporte un total de 64 espèces. Parmi celles-ci, 48 trouvent leur optimum de développement au sein des divers types de végétation reconnus dans la partie gréseuse, soit au titre d'espèces préférentielles, soit plus rarement au titre d'espèces caractéristiques. Trois autres espèces, présentes surtout dans les associations de la Classe des *Pergulario-Pulicarietea*, ont été considérées comme des espèces compagnes, leur optimum de développement étant malaisé à définir dans la partie gréseuse du massif. Enfin 13 autres espèces, la plupart à valeur de recouvrement peu élevée, apparaissent comme des espèces transgressives. Elles proviennent de groupements qui jouxtaient les relevés effectués, les uns faisant partie de la végétation hygrophile, les autres se développant de préférence sur le granite ou sur le gneiss.

Ce tableau synthétique général montre également que diverses espèces se retrouvent dans plusieurs des 4 types de végétation rangés parmi la Classe des *Pergulario-*

Pulicarietea. Ces espèces pourraient dès lors être considérées comme des espèces caractéristiques de cette Classe ou de certaines de ses subdivisions. Tel semble être le cas par exemple de :

Panicum turgidum *Citrullus colocynthis* *Acacia tortilis sensu lato*	*Acacia ehrenbergiana* *Senna italica subsp. italica* *Pergularia tomentosa*

10. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des principaux types de végétation de la partie gréseuse du massif

Dans le tableau 53, ont été réunis les spectres chorologiques pondérés des divers types de végétation rencontrés dans la partie gréseuse du massif, à l'exception de ceux des deux végétations dérivées.

La comparaison de ces divers spectres est particulièrement intéressante. Elle fait clairement apparaître, en effet, que :

1. au sein des trois associations faisant partie de la Classe des *Pergulario-Pulicarietea*, qui, toutes trois, ne se rencontrent que dans des régions de basses ou de moyennes altitudes, dominent, de manière absolue, les espèces de liaison à large et à très large distribution ; ce fait traduit clairement l'influence tropicale, surtout africaine, influence due principalement à la présence d'espèces de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS-Sa-SM) ;
2. au sein de la végétation d'altitude à *Lavandula-Ochradenus*, qui fait partie de la Classe des *Lavanduletea antineae*, et au sein de la végétation des pâturages de piedmont à *Stipagrostis-Fagonia*, qui appartient à une Classe à définir, dominent, tout au contraire, les espèces saharo-sindiennes endémiques, tandis que l'influence tropicale africaine est comparativement très faible.

Ce tableau fait donc bien apparaître la liaison existant entre ces trois Classes, l'altitude et la composition chorologique de la végétation.

III. La végétation des parties granitiques et gneissiques du massif

Comme le montre la fig. 1, le Jebel Uweinat comprend une moitié occidentale granitique qui s'étend de la base du massif (580-600 m) jusqu'à 1300(-1450) m d'altitude et qui n'atteint donc pas le sommet du massif situé vers 1880 m.

Sur les pourtours nord et sud de cette partie granitique existent de petites collines gneissiques situées entre 580 et 850 m d'altitude.

Dans les parties granitiques et gneissiques précitées du massif, les 3 types suivants de végétation ont été reconnus en fonction de la nature du substrat, de l'altitude et de la composition floristique (fig. hors-texte 23) :

Tableau 53. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des principaux types de végétation de la partie gréseuse du Jebel Uweinat

Table 53. Comparative table between the weighted chorological spectra of the main types of vegetation of Jebel Uweinat growing on sandstone

	Pergulario-Pulicarietea				Lavanduletea antineae	Classe à définir
	Acacia Panicum	Fagonia Aerva	Atractylis	Transition	Lavandula Ochradenus	Stipagrostis Fagonia
Espèces saharo-sindiennes endémiques	0,14 %	2,84 %	42,26 %	22,88 %	58,03 %	86,04 %
S	0,07 %	1,58 %	38,29 %	21,15 %	52,26 %	11,68 %
SA	0,03 %	0,02 %	–	0,10 %	0,63 %	–
SNS	0,02 %	1,12 %	–	0,04 %	–	38,00 %
SS	0,02 %	0,12 %	3,97 %	1,59 %	5,14 %	36,36 %
Espèces de liaison birégionale	3,95 %	6,49 %	5,07 %	8,65 %	15,59 %	3,59 %
SS-MS	–	–	–	0,06 %	5,14 %	–
SS-Sa	3,95 %	6,05 %	2,94 %	2,67 %	0,05 %	3,58 %
SS-SM	–	0,42 %	2,13 %	5,92 %	10,40 %	–
SS-IT	–	–	–	–	–	0,01 %
SS-KN	-	0,02 %	–	–	–	–
Espèces de liaison trirégionale	67,41 %	69,77 %	46,49 %	48,57 %	10,65 %	10,01 %
SS-Sa-SM	63,84 %	44,20 %	45,35 %	47,37 %	9,94 %	4,29 %
SS-Sa-I	0,06 %	0,51 %	–	–	–	–
SS-SM-IT	-	0,08 %	0,07 %	0,04 %	0,02 %	–
SS-SM-I	3,51 %	24,98 %	1,07 %	1,16 %	0,69 %	5,72 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde	28,50 %	20,83 %	6,18 %	19,86 %	15,72 %	0,36 %
Pal	24,24 %	16,69 %	6,14 %	19,82 %	15,72 %	0,07 %
Pal-Te	4,26 %	4,14 %	0,04 %	0,04 %	–	0,29 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan)	–	0,05 %	–	0,02 %	–	–

1. végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de granite et/ou de gneiss, entre 650 et 1300 m d'altitude (*Fagonio thebaicae - Cleometum droserifoliae*) ;
2. végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont, entre 590 et 800(1000) m d'altitude (*Cleometum chrysanthae*) ;
3. végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* (pâturages à *Tribulus*) sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont, entre 580 et 710 m d'altitude.

On voit ainsi que la végétation des parties granitiques et gneissiques du massif du Jebel Uweinat comprend 2 associations végétales et une végétation dérivée d'une association existante. Il y a donc nettement moins de types de végétation dans les parties granitiques et gneissiques du massif que dans la partie gréseuse au sein de laquelle 8 types de végétation ont été reconnus.

Cette différence s'explique non seulement par le fait que la flore de la partie granitique est plus pauvre en espèces que celle de la partie gréseuse (49 espèces au lieu de 78), mais aussi par le fait que la partie granitique ne dépasse pas 1300(-1450) m d'altitude et ne comprend dès lors ni végétation d'altitude, ni végétation de transition.

1. La végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de granite et/ou de gneiss (*Fagonio thebaicae-Cleometum droserifoliae*)

La végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* se rencontre principalement dans les nombreuses gorges qui sillonnent la partie granitique du massif et qui sont encombrées de gros blocs de granite (fig. 16 et 17). Elle s'observe également dans les oueds qui parcourent les collines gneissiques situées, entre 600 et 850 m d'altitude, sur les flancs nord et sud de la partie granitique du massif (fig. 1), oueds qui sont encombrés de blocs de gneiss et parfois aussi de blocs de granite (fig. hors-texte 23).

Les 28 relevés de cette végétation ont été réunis dans le tableau analytique hors-texte 54. Ils ont été effectués entre 650 et 1300 m d'altitude, c'est-à-dire de la base au sommet de la partie granitique. Ce tableau analytique montre qu'il n'y a pas de différences sensibles dans la composition floristique de la végétation selon l'altitude, contrairement à la partie gréseuse du massif dans laquelle, nous l'avons vu (p. 44), des groupements différents se rencontrent dans les gorges en fonction de l'altitude. Ici, en effet, les espèces caractéristiques et les espèces les plus présentes, comme *Cleome droserifolia, Aerva, Fagonia thebaica, Forsskaolea, Maerua, Salvadora* et *Ficus*, se rencontrent de 650-700 m à 1300 m d'altitude. D'autre part, on ne constate pas, pour l'ensemble des gorges de la partie granitique, une diminution nette du nombre des espèces par relevé en fonction de l'altitude. On observe cependant qu'en remontant certaines gorges le nombre des espèces tend à diminuer avec l'altitude. Tel est le cas, par exemple, de la gorge partant du fond du Wadi Abd el Malek en direction du sommet du massif (plateau Italia) dans laquelle le nombre des espèces passe progressivement de 17 (750-850 m) à 4 (1100-1200 m) (relevés 76-79). Tel est également le cas de la gorge partant du même fond du Wadi Abd el Malek mais en



Figure 16. Au fond du Wadi Abd el Malek, oued en direction du Wadi Waddan, étroite gorge encombrée de blocs de granite, végétation à Cleome droserifolia *(touffes à gauche et au centre) et* Fagonia thebaica, *750-850 m d'altitude, relevé 39, 23.11.1968.*

Figure 16. At the bottom of Wadi Abd el Malek, wadi towards Wadi Waddan, narrow gorge full of blocks of granite, *Cleome droserifolia* (on the left and in the middle) and *Fagonia thebaica* vegetation, 750-850 m, relevé 39, 23.11.1968.

direction cette fois du mont Bagnold et dans laquelle le nombre des espèces passe progressivement de 12 (700-800 m) à 3 (1000-1100 m) (relevés 106-109).

On peut conclure de l'examen du tableau analytique hors-texte 54 qu'*il n'y a qu'un seul type de végétation dans les gorges de la partie granitique du massif.*

Le substrat sur lequel se développe cette végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* est composé de gros blocs de granite parfois entremêlés çà et là de petites plages de gravillon granitique, endroits que recherche de préférence *Cleome chrysantha.* A la limite entre les parties granitiques et gréseuses du massif (fig. 1), les blocs de granite sont souvent entremêlés de blocs de grès. Cette végétation se rencontre également dans des oueds ou sur des pierriers encombrés de blocs de gneiss généralement mêlés à des blocs soit de granite (relevés 165 et 166), soit de grès (relevés 182 et 185). Le gneiss possède la même composition chimique que le granite, mais alors que ce dernier est homogène, le gneiss présente un aspect stratifié. Comme le fait apparaître le tableau analytique hors-texte 54, *la végétation développée parmi des blocs de gneiss ne se distingue pas de celle rencontrée parmi des blocs de granite*, sinon que sur le gneiss *Fagonia thebaica* semble plus rare et que les *Acacia, Ficus* et *Salvadora* y sont absents.

Cette association à *Cleome-Fagonia* se présente parfois sous un *faciès* où domine *Cleome droserifolia*. Tel est le cas, vers 780 m, dans l'oued, encombré de blocs de granite, qui mène de Wadi Abd el Malek à Wadi Waddan (relevé 46), ainsi que, entre 720 et



Figure 17. Karkur Bu-Hleiga en direction d'Ain Duarme, oued encombré de blocs de granite avec de rares plages de gravillon granitique, végétation à Cleome droserifolia *(à l'avant-plan) et* Fagonia thebaica, *avec, derrière Anou,* Pergularia tomentosa *et* Acacia tortilis *sensu lato, 700-800 m d'altitude, relevé 115, 20.12.1968.*

Figure 17. Karkur Bu-Hleiga towards Ain Duarme, wadi full of blocks of granite with some small areas of fine granitic gravel, *Cleome droserifolia* (in the foreground) and *Fagonia thebaica* vegetation, with *Pergularia tomentosa* and *Acacia tortilis* sensu lato behind Anou, 700-800 m, relevé 115, 20.12.1968.

800 m, dans un oued parmi les collines de gneiss situées entre Ain Duwa et la petraia, oued encombré de blocs de gneiss et de blocs de granite (relevé 166).

Au moment des relevés, c'est-à-dire de fin novembre 1968 à la mi-janvier 1969, la plupart des espèces étaient en fleurs, notamment les espèces les plus présentes comme *Cleome droserifolia*, *Aerva* et *Fagonia thebaica*. Seuls les *Maerua* étaient toujours stériles ou rarement en fruits, tandis que les *Schouwia* (thérophytes) étaient tous desséchés.

Les surfaces relevées sont généralement fort étendues par suite de la dispersion de la plupart des espèces. Elles couvrent ordinairement la largeur des gorges sur des longueurs de l'ordre de 200-500 m.

Le recouvrement total de la végétation relevée oscille entre (5)10 et 30 % et n'atteint que rarement 40 %. Le nombre des espèces par relevé varie de 2-17, mais est souvent de l'ordre de 7-10. Le nombre total des espèces relevées dans cette végétation atteint 29, mais il convient de mentionner, comme l'indique la colonne des présences du tableau analytique hors-texte 54, que 20 espèces sur 29, soit 69 %, n'ont été rencontrées que de 1-10 fois sur les 28 relevés effectués, alors que les 9 autres espèces ont été observées de 14-28 fois. Parmi ces 9 espèces les plus présentes, figurent *Aerva javanica* var. *bovei* (28 fois sur 28), *Cleome droserifolia* (24), *Cleome chrysantha* (21), *Fagonia thebaica* (20), *Forsskaolea tenacissima* (18), *Pergularia tomentosa* (18), *Maerua crassifolia* (17), *Acacia tortilis* (15) et *Fagonia indica* var. *indica* (14).

Cette végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* peut se répartir en cinq strates : une strate prostrée à très faible recouvrement et très souvent absente, une strate inférieure de 10-40 % de recouvrement et de (10)20-60(70) cm de hauteur, riche de 18 espèces dont la plupart des espèces les plus présentes, une strate moyenne de 60-100 cm de haut où domine *Pergularia tomentosa*, une strate ligneuse inférieure de (1)3-4(5) m de haut composée de *Maerua* et de *Salvadora* et, enfin, une strate ligneuse supérieure de (3)4-8(10) m de haut comprenant des *Acacia* et des *Ficus*.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de la présente végétation figurent dans le tableau 55.

Tableau 55. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*

Table 55. Unweighted and weighted biological spectra of the Cleome droserifolia *and* Fagonia thebaica *vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (3)	10,3 %	0,38 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (2)	6,9 %	0,30 %
Chaméphytes (8)	27,6 %	60,14 %
Plurisaisonnières (10)	34,5 %	30,32 %
Phanérophytes (5)	17,2 %	8,84 %
Parasites (1)	3,4 %	0,01 %
	100 %	100 %

Il résulte clairement de l'examen du spectre biologique pondéré que cette végétation des gorges granitiques et/ou gneissiques est composée presque exclusivement de chaméphytes et d'espèces plurisaisonnières (60,14 % + 30,32 % soit 90,46 %), alors que les phanérophytes ne représentent plus que 8,84 %. Les thérophytes, eux, sont quasi inexistants (0,38 %), conséquence vraisemblable de la durée de la sécheresse.

Le tableau 56 réunit, lui, les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation.

Tableau 56. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*

Table 56. Unweighted and weighted chorological spectra of the Cleome droserifolia *and* Fagonia thebaica *vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (4)	13,79 %		51,60 %	
S (1)		3,45 %		19,85 %
SA (1)		3,45 %		0,84 %
SNS (1)		3,45 %		1,01 %
SS (1)		3,45 %		29,90 %
Espèces de liaison birégionale (6)	20,69 %		6,18 %	
SS-MS (1) ...		3,45 %		0,05 %
SS-Sa (3)		10,34 %		0,34 %
SS-SM (2)		6,90 %		5,79 %
Espèces de liaison trirégionale (8)	27,59 %		34,31 %	
SS-Sa-SM (6)		20,69 %		33,57 %
SS-SM-IT (1)		3,45 %		0,07 %
SS-SM-I (1)		3,45 %		0,67 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (10)	34,48 %		7,88 %	
Pal (7)		24,14 %		7,58 %
Pal-Tc (3)		10,34 %		0,30 %
Espèce de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan) (1)	3,45 %		0,02 %	
	100 %		100 %	

Le spectre chorologique pondéré, nettement plus significatif que le spectre brut, montre que les espèces saharo-sindiennes endémiques sont majoritaires, mais de peu (51,60 %). Cette majorité est obtenue grâce à *Cleome droserifolia* (SS : 29,90 %) et à *Fagonia thebaica* (S : 19,85 %). Les espèces de liaison trirégionale constituent 34,31 % de l'ensemble, dont 33,57 % se rapportent à des espèces de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS-Sa-SM). Parmi ces dernières, *Aerva javanica* var. *bovei* constitue, à elle seule, 28 %. Les autres chorotypes ne sont que peu représentés.

Cette végétation des gorges granitiques et/ou gneissiques présente donc un *caractère saharo-sindien manifeste*.

Il convient de rappeler ici que *Cleome droserifolia* n'existe, au sein de la sous-zone régionale saharienne, qu'à l'est d'une limite aréale située dans l'est de la Libye (voir 5ᵉ partie : 118) et que *Fagonia thebaica* n'est connu, lui, qu'à l'est d'une limite aréale située dans l'ouest de la Libye (voir 5ᵉ partie : 119). Au Sahara, ces deux espèces ne sont donc connues *que dans la moitié orientale* de celui-ci. Une végétation comprenant ces deux espèces ne devrait donc pas exister dans la moitié occidentale du Sahara. Dans sa synthèse

sur la végétation du Sahara (du Tchad à la Mauritanie), Quézel (1965) ne fait d'ailleurs pas mention de l'existence de ce type de végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*.

Par contre, cette végétation pourrait exister dans les régions montagneuses du sud-est de la Libye, en Egypte (sud du Sinaï et côtes montagneuses de la mer Rouge), ainsi que dans le nord du Sudan.

Dans leur étude sur la végétation de l'Egypte, Zahran & Willis (1992 passim) mentionnent fréquemment, en effet, la présence de *Cleome droserifolia* dans la végétation des côtes égyptiennes montagneuses de la mer Rouge et du Sinaï et (1992 : 160) signalent même l'existence d'une «*Cleome droserifolia* community». Dans cette «communauté» figurent, selon ces auteurs, une vingtaine d'espèces, mais dont les 3/4 n'existent pas dans le massif du Jebel Uweinat et parmi lesquelles, de plus, ils ne citent pas *Fagonia thebaica*.

La présente végétation semble donc ne pas encore avoir été décrite. Aussi proposons-nous, pour elle, le nom de *Fagonio thebaicae-Cleometum droserifoliae*, ass. nov. (relevé-type : relevé 77 du tableau analytique hors-texte 54).

Le tableau 57, basé sur 28 relevés, représente le tableau synthétique de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*. Il montre que sur les 29 espèces recensées dans cette végétation, 3 (*Cleome droserifolia*, *Salvadora persica* var. *persica* et *Ficus cordata* subsp. *salicifolia*) peuvent être considérées comme des *espèces caractéristiques* de cette association, tandis que 12 autres espèces apparaissent comme des *espèces préférentielles* puisque, au sein de la partie granitique du massif, elles se rencontrent de préférence dans le présent type de végétation.

On voit également, à lire ce tableau synthétique, que 10 autres espèces sont des espèces préférentielles des deux types de végétation observés dans les zones d'épandage de piedmont des parties granitiques et/ou gneissiques du massif.

Enfin, les 4 dernières espèces sont soit des espèces transgressives d'autres types de végétation, soit des compagnes.

Localisation des relevés

Relevé 39 : au fond du Wadi Abd el Malek, oued en direction du Wadi Waddan, étroite gorge encombrée de blocs de granite avec, çà et là, un peu de gravillon granitique, fig. 16, 23.11.1968.

Relevé 40 : ibid. mais 100 m plus haut en direction du col vers Wadi Waddan, 23.11.1968.

Relevé 41 : oued de Wadi Abd el Malek vers Wadi Waddan, un peu après le col situé à 1125 m d'altitude, étroite gorge encombrée de blocs de granite, végétation très pauvre, nombreuses traces de mouflons, 23.11.1968.

Relevés 43-45 : ibid., à la limite entre le granite et le grès, oueds encombrés de blocs de granite et de blocs de grès, 24.11.1968.

Relevé 46 : oued de Wadi Abd el Malek vers Wadi Waddan, dans la descente vers Wadi Waddan, gorge encombrée de gros blocs de granite, 24.11.1968.

Relevé 76 : au fond du Wadi Abd el Malek, oued en direction du plateau Italia, étroite gorge encombrée de blocs de granite, 13.12.1968.

Relevés 77-79 : entre le fond du Wadi Abd el Malek et le plateau Italia, étroit oued encombré de blocs de granite, 14.12.1968.

Relevé 92 : descente du plateau Italia vers Wadi Abd el Malek, à la limite entre le grès et le granite, étroit oued dans le granite encombré de blocs de granite et de quelques blocs de grès, 16.12.1968.

Relevés 106-109 : entre le fond du Wadi Abd el Malek et le mont Bagnold, étroite gorge encombrée de gros blocs de granite, relevés effectués à des altitudes différentes, 19.12.1968.

Relevé 115 : Karkur Bu-Hleiga en direction d'Ain Duarme, oued encombré de blocs de granite, avec de rares plages de gravillon granitique que colonise *Cleome chrysantha*, fig. 17, 20.12.1968.

Relevé 117 : Karkur Bu-Hleiga, en amont d'Ain Duarme, étroit oued encombré de gros blocs de granite, 20.12.1968.

Relevés 162-163 : à l'est d'Ain Duwa, petits oueds descendant de la partie granitique du massif et encombrés de blocs de granite, 4.1.1969.

Relevés 165-166 : dans les collines de gneiss entre Ain Duwa et la petraia, oueds encombrés de blocs de gneiss et de blocs de granite reposant sur des dalles de gneiss affleurantes, relevés effectués jusqu'au pied des falaises granitiques, 4.1.1969.

Relevé 169 : entre Ain Duwa et Ain Zuweia, petit oued encombré de blocs de granite, 5.1.1969.

Relevé 182 : partie orientale du Karkur Hamid, étroit oued montant en direction du mont de Bono et encombré par un éboulis de blocs de gneiss entremêlés de quelques blocs de grès, 8.1.1969.

Relevé 185 : partie occidentale du Karkur Hamid, petit oued descendant du massif à travers un pierrier de blocs de gneiss avec quelques blocs de grès, 9.1.1969.

Relevé 192 : fond du Wadi Abd el Malek en direction du mont de Bono, non loin de la limite entre le granite et le grès, petit oued dans un éboulis granitique, 10.1.1969.

Relevés 202-203 : oueds allant du Wadi Abd el Malek vers le mont de Bono, limite entre le granite et le grès, étroites gorges encombrées de blocs de granite et de blocs de grès, 13.1.1969.

Tableau 57. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*

Table 57. Synthetical association table, with cover values, of the Cleome droserifolia *and* Fagonia thebaica *vegetation*

Nombre des relevés	28
Nombre total des espèces	29
Espèces caractéristiques de la végétation à Cleome-Fagonia	
Cleome droserifolia	983
Salvadora persica var. persica	54
Ficus cordata subsp. salicifolia	37
Espèces préférentielles de la végétation à Cleome-Fagonia	
Aerva javanica var. bovei	921
Fagonia thebaica	652
Forsskaolea tenacissima	190
Maerua crassifolia	102
Pulicaria incisa	82
Acacia tortilis sensu lato	57
Pergularia tomentosa	41
Heliotropium bacciferum	29
Hyoscyamus muticus	27
Schouwia purpurea subsp. schimperi	10
Trichodesma africanum	9
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	2
Espèces préférentielles de la végétation à Cleome chrysantha	
Cleome chrysantha	33
Fagonia indica var. indica	22
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	10
Corchorus depressus	9
Morettia philaeana	0.7
Cistanche phelypaea	0.3
Crotalaria thebaica	0.3
Senna italica subsp. italica	0.3
Tribulus parvispinus var. intermedius	0.3
Espèce préférentielle de la végétation à Tribulus	
Boerhavia coccinea	0.7
Transgressive de la végétation sur grès	
Francoeuria undulata	0.3
Transgressive de la végétation à Eragrostis-Crypsis	
Mollugo cerviana var. cerviana	0.3
Compagnes	
Citrullus colocynthis	9
Euphorbia granulata	2

2. La végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont (*Cleometum chrysanthae*)

La végétation à *Cleome chrysantha* est fréquente au Jebel Uweinat. Elle se rencontre principalement (fig. 1) dans la partie occidentale granitique du massif sur du *gravillon granitique* dans les zones d'épandage de piedmont situées soit à l'intérieur du massif (Karkur Idris, Karkur Ibrahim, Wadi Abd el Malek), soit sur les pourtours externes de la partie occidentale de celui-ci. Elle s'observe également sur du *gravillon gneissique*, pur ou mêlé de gravillon granitique, dans des zones d'épandage au pied des collines de gneiss situées au nord et au sud de la partie granitique du massif. Elle existe aussi sur du gravillon gneissique mêlé à du gravillon gréseux, au pied des collines de gneiss situées au nord-ouest et au sud-est de la partie gréseuse du massif. Cette végétation à *Cleome chrysantha* n'a *jamais* été observée dans la partie orientale gréseuse du Jebel Uweinat, elle n'existe que sur le granite et sur le gneiss.

Passons rapidement en revue ces divers milieux (fig. hors-texte 23).

1. *Karkur Idris* (relevés 94, 96 et 97 ; fig. 18)

Ce Karkur (fig. 1) se situe dans la partie septentrionale de la zone granitique du massif. Il se compose de deux branches parallèles subhorizontales, une branche nord d'une dizaine de km de long et une branche sud, d'une quinzaine de km de long qui permet d'accéder, d'une part, au mont de Bono et, d'autre part, au travers d'une passe étroite, au fond du Wadi Abd el Malek. A l'entrée de ce Karkur se rencontrent de nombreux et énormes blocs de granite couverts de peintures rupestres, en blanc et rouge, représentant surtout des vaches et des chèvres. Ce Karkur constitue une large zone d'épandage couverte soit de pierriers de blocs de granite, soit de vastes étendues de gravillon granitique colonisées par la présente végétation à *Cleome chrysantha*. Dans cette zone viennent se déverser les eaux des montagnes granitiques environnantes. Les *Acacia* sont rares dans ce Karkur.

2. *Karkur Ibrahim* (relevés 100, 102-104 et 114, fig. 19)

Le Karkur Ibrahim (fig. 1) est une large vallée orientée est-ouest et qui s'ouvre sur le flanc occidental du massif. Il se prolonge, vers l'est, par le Wadi Abd el Malek ; la profondeur totale de l'ensemble atteint environ 18 km et est carrossable. Ce Karkur, qui constitue une partie du cratère d'un ancien volcan, est dépourvu d'*Acacia*. Les eaux provenant d'une grande partie des montagnes granitiques voisines se déversent dans cette large vallée et continuent leur course vers l'ouest au loin au travers de la plaine. Le substrat de ce Karkur est constitué de blocs de granite de dimensions variables et est sillonné d'oueds de 5-30 cm de profondeur dont le lit repose sur du gravillon granitique que colonise la présente végétation à *Cleome chrysantha*.

3. *Wadi Abd el Malek* (relevés 37, 38, 75, 105 et 110-113 ; fig. 20)

Ce Wadi constitue donc le prolongement vers l'amont du Karkur Ibrahim. La limite entre les deux est marquée par l'apparition de quelques *Acacia tortilis*. La partie orientale de ce Wadi, d'où partent des oueds vers le mont de Bono, vers le sommet du massif (plateau Italia), vers Wadi Waddan et vers le mont Bagnold (fig. 1), se présente sous forme



Figure 18. Entrée de Karkur Idris, oued sur gravillon granitique, végétation à Cleome chrysantha, *650 m d'altitude, relevé 94, 17.12.1968.*

Figure 18. Entrance of Karkur Idris, wadi on fine granitic gravel, *Cleome chrysantha* vegetation, 650 m, relevé 94, 17.12.1968.



Figure 19. Embouchure du Karkur Bu-Hleiga dans le Karkur Ibrahim, oued sur gravillon granitique, végétation à Cleome chrysantha, *650 m d'altitude, relevé 114, 20.12.1968.*

Figure 19. Mouth of Karkur Bu-Hleiga in Karkur Ibrahim, wadi on fine granitic gravel, *Cleome chrysantha* vegetation, 650 m, relevé 114, 20.12.1968.

d'une large plaine. Celle-ci constitue le fond du cratère d'un ancien volcan dont le cône et la lave ont disparu, mais dont les montagnes qui entourent ce cratère représentent les restes de la base du volcan (fig. 20). Ce dernier s'étendait depuis l'embouchure du Karkur Ibrahim jusque dans le fond du Wadi Abd el Malek et jusqu'au mont Bagnold (fig. 1). Cette vaste plaine est couverte par un pierrier de petits blocs de granite et est sillonnée d'oueds de 20-100 cm de profondeur reposant sur du gravillon granitique. C'est sur ce dernier que se développe la présente végétation à *Cleome chrysantha*.

4. *Pourtours externes occidentaux de la partie granitique* (relevés 160, 168, 171-173 et 196)

Sur les pourtours externes occidentaux de la partie granitique du massif, c'est-à-dire du nord de l'embouchure du Karkur Ibrahim jusqu'à Ain Duwa (fig. 1), s'étendent des zones d'épandage au pied des montagnes granitiques, toujours assez abruptes. Ces zones sont parcourues de petits oueds, dont certains atteignent 50-100 cm de profondeur et qui sont alimentés par les eaux dévalant de la partie granitique du massif, eaux qui se perdent dans la plaine environnante. Le lit de ces oueds est couvert de gravillon granitique sur lequel, de préférence non loin du massif, se développe une végétation à *Cleome chrysantha*, assez pauvre en espèces.

5. *Collines de gneiss situées au nord et au sud de la partie granitique* (relevés 161, 164, 167, 189-191 et 194)

Comme le fait bien apparaître la fig. 1, des collines de gneiss existent au nord et au sud de la partie granitique du massif ; au nord elles sont situées dans la partie occidentale du Karkur Hamid, au sud elles se rencontrent entre Ain Duwa et la petraia, immense étendue composée de blocs de grès. Au pied de ces collines de gneiss existent de nombreux petits oueds dont les eaux, provenant des parties gneissiques et des parties granitiques situées en amont, se perdent dans la plaine environnante. Le lit de ces oueds est constitué, cette fois, selon les endroits, soit de *gravillon gneissique* pur, soit, ce qui est le cas le plus fréquent, de gravillon gneissique entremêlé de gravillon *granitique*. Sur ces gravillons se développe une végétation à *Cleome chrysantha*, souvent assez riche en espèces.

6. *Collines de gneiss situées au nord-ouest et au sud-est de la partie gréseuse* (relevés 63, 174-178, 183, 184, 187, 188 et 193 ; fig. 21)

La végétation à *Cleome chrysantha* a été observée également au pied des collines de gneiss situées au nord-ouest de la partie *gréseuse* du massif, c'est-à-dire dans la partie orientale du Karkur Hamid (fig. 1). Elle a été rencontrée, mais plus rarement (relevé 63), au pied des collines de gneiss situées au sud-est de la partie gréseuse du massif, entre Ras el Abd et le massif (fig. 1). Les oueds qui sillonnent les zones d'épandage situées au pied de ces collines de gneiss et dont certains atteignent 1 m de profondeur reposent, dans le cas présent, soit sur du gravillon gneissique pur, soit, le plus souvent, sur du gravillon gneissique entremêlé, cette fois, de gravillon *gréseux*.

La question qui s'est immédiatement posée était de savoir si la végétation à *Cleome chrysantha* développée sur gravillon *granitique* pur (milieux 1-4 précités) était ou non différente de celle rencontrée sur gravillon *gneissique* pur ou entremêlé de gravillon soit



Figure 20. Au fond du Wadi Abd el Malek, large plaine représentant le fond du cratère de l'ancien volcan, lit d'oued sur fin gravillon granitique, végétation à Cleome chrysantha, *avec des* Acacia tortilis *sensu lato, 700 m d'altitude, relevé 37, 22.11.1968.*

Figure 20. At the bottom of Wadi Abd el Malek, wide plain, remains of the bottom of the ancient volcano crater, bed of a wadi on fine granitic gravel, *Cleome chrysantha* vegetation, with some *Acacia tortilis* sensu lato, 700 m, relevé 37, 22.11.1968.



Figure 21. A l'ouest de Ras el Abd, oued provenant de la paroi gneissique du massif, gravillon de gneiss mêlé à un peu de gravillon gréseux et à quelques petits blocs de gneiss, végétation desséchée à Cleome chrysantha, *760 m d'altitude, relevé 63, 5.12.1968.*

Figure 21. West of Ras el Abd, wadi issuing from the gneissic face of the massif, fine gneissic gravel mixed with some fine sandstone gravel and small gneissic blocks, withered *Cleome chrysantha* vegetation, 760 m, relevé 63, 5.12.1968.

granitique, soit gréseux (milieux 5-6 précités). Pour répondre à cette question, nous avons établi le tableau analytique des 23 relevés effectués sur gravillon granitique pur et le tableau analytique des 18 relevés effectués sur gravillon gneissique, pur ou entremêlé de gravillon soit granitique, soit gréseux.

La comparaison de ces deux tableaux analytiques a montré que :

1. le total des espèces présentes (richesse spécifique) est le même dans les deux cas : 31-32 espèces, mais ce ne sont pas nécessairement les même espèces ;
2. les espèces les plus présentes sont les mêmes sur les deux types de substrat : *Cleome chrysantha, Fagonia indica* var. *indica, Aerva javanica* var. *bovei* et *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* ;
3. quelques espèces sont *un peu* plus présentes sur gravillon granitique pur que sur gravillon gneissique, comme *Pergularia tomentosa, Acacia tortilis* sensu lato et *Pulicaria incisa* ;
4. quelques autres espèces, au contraire, sont *un peu* plus présentes sur gravillon gneissique que sur gravillon granitique, par exemple *Aristida mutabilis* subsp. *mutabilis, Boerhavia coccinea, Senna italica* subsp. *italica, Forsskaolea tenacissima, Indigofera disjuncta* var. *disjuncta* et *Corchorus depressus* ;
5. seules une dizaine d'espèces sont nettement plus présentes sur un type de substrat plutôt que sur l'autre ; le tableau 58 fait bien apparaître ces différences.

Il convient cependant de souligner immédiatement le fait que les 10 espèces figurant dans ce tableau 58 sont *peu à très peu présentes* au sein de cette végétation à *Cleome chrysantha* dans laquelle leur coefficient de présence varie entre 2 et 12 seulement sur 41 relevés. Ces espèces sont donc souvent absentes dans de nombreux relevés. Tel est le cas, par exemple, dans 8 relevés de la végétation sur gravillon gneissique (sur 18) dans lesquels ne figure *aucune* des 3 espèces présentes uniquement sur le gneiss, c'est-à-dire *Stipagrostis plumosa* subsp. *seminuda, Crotalaria thebaica* et *Morettia philaeana* (tableau 58).

Tableau 58. Présence de diverses espèces de la végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillon granitique et sur gravillon gneissique

Table 58. Presence of various species of the Cleome chrysantha *vegetation on granitic and on gneissic fine gravels*

	Présence sur 41 relevés	Présence sur 23 relevés sur granite	Présence sur 18 relevés sur gneiss
Citrullus colocynthis	12	11	1
Tribulus macropterus var. macropterus	12	11	1
Euphorbia granulata	10	9	1
Lotononis platycarpa	7	6	1
Tribulus parvispinus var. intermedius	7	7	0
Anticharis glandulosa	2	2	0
Cistanche phelypaea	2	2	0
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	9	0	9
Crotalaria thebaica	6	0	6
Morettia philaeana	4	0	4

Il nous semble dès lors que les petites différences dans la composition floristique de la végétation à *Cleome chrysantha* croissant sur gravillon granitique et sur gravillon gneissique ne sont pas suffisantes pour distinguer deux sous-associations, ni même deux variantes. Nous avons donc réuni les 41 relevés effectués en un seul tableau analytique (tableau hors-texte 59).

Cette végétation à *Cleome chrysantha* n'existe que dans les zones d'épandage de piedmont, c'est-à-dire donc à de basses altitudes comprises entre (590)620 et 750(-800) m. Une fois seulement, cette végétation a été observée à 1000 m d'altitude en amont d'Ain Duarme (fig. 1) sur une étendue de gravillon granitique, mais elle y était extrêmement appauvrie et ne se composait que de quelques *Cleome chrysantha* et *Fagonia indica* var. *indica* (relevé 118).

Il arrive assez souvent que cette végétation à *Cleome chrysantha* se présente sous l'un ou l'autre *faciès* au sein desquels une espèce domine très nettement et recouvre à elle seule de 30-40 % de la surface relevée. Sont à mentionner ainsi les faciès suivants :

- faciès à *Cleome chrysantha*, généralement sur gravillon granitique (relevés 94, 96, 100, 102, 113 et 114) et rarement sur gravillon gneissique (relevé 193) ;
- faciès à *Aerva javanica* var. *bovei*, sur gravillon granitique (relevé 104) et sur gravillon gneissique (relevés 188 et 190) ;
- faciès à *Senna italica* subsp. *italica*, rencontré une fois sur gravillon granitique (relevé 97) ;
- faciès à *Indigofera disjuncta* var. *disjuncta*, rencontré une fois également, mais sur gravillon gneissique (relevé 187).

A l'époque des relevés, de la fin novembre 1968 à la mi-janvier 1969, la plupart des espèces de cette végétation à *Cleome chrysantha* étaient en fleurs ; tel était notamment le cas des espèces dominantes comme *Cleome chrysantha*, *Aerva javanica* var. *bovei*, *Fagonia indica* var. *indica* et *Senna italica* subsp. *italica*. Par contre, diverses espèces, appartenant principalement à la strate prostrée, étaient desséchées mais encore porteuses de fruits, comme *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*, *Boerhavia coccinea* et *Tribulus macropterus* var. *macropterus*, ainsi que les *Aristida*.

Les surfaces relevées sont le plus souvent assez étendues par suite de la dispersion des espèces ; elles s'étendent généralement sur la largeur de l'oued et sur une longueur de (10-)100-500(1000) m. Cette végétation à *Cleome chrysantha* couvre parfois de grandes étendues comme dans le Karkur Ibrahim et le Wadi Abd el Malek. Le recouvrement total de la végétation oscille entre 10 et 30 %, mais peut atteindre 40 %, voire même 50 %, en cas de forte dominance d'une espèce (faciès).

Le nombre d'espèces par relevé oscille entre 3 et 13, mais n'est parfois que de 2 (relevé 118) ; il peut s'élever par contre à 19, comme dans le fond du Wadi Abd el Malek (relevé 75). Le nombre total des espèces signalées dans cette végétation s'élève à 37, dont un *Tribulus* stérile et un champignon (*Schizostoma*), mais 11 parmi ces 37 espèces n'ont été rencontrées que 1-2 fois seulement sur les 41 relevés effectués.

Cinq strates peuvent être reconnues au sein de cette végétation : une strate prostrée, riche de 11-12 espèces dont surtout *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* et *Boerhavia coccinea* ; une strate inférieure de 5-60 cm de haut, composée de 20 espèces parmi lesquelles *Cleome chrysantha*, *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* sont les plus présentes ; une strate moyenne de 50-100 cm de haut avec *Pergularia tomentosa*, mais qui

est souvent absente ; quant aux deux strates ligneuses, l'une de 1,5-4(6) m de haut, l'autre de 3-10 m de haut, elles ne sont que rarement représentées par quelques *Maerua crassifolia, Acacia ehrenbergiana* et *Acacia tortilis* sensu lato.

Le tableau 60 représente les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de la présente végétation à *Cleome chrysantha*.

Tableau 60. Spectres biologiques, brut et pondéré, des 35 espèces de phanérogames de la végétation à *Cleome chrysantha*

Table 60. Unweighted and weighted biological spectra of the 35 phanerogams of the Cleome chrysantha *vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (5)	14,3 %	7,14 %
Géophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,0 %	0,00 %
Hémicryptophytes (2)	5,7 %	1,74 %
Chaméphytes (9)	25,7 %	66,04 %
Plurisaisonnières (14)	40,0 %	23,28 %
Phanérophytes (4)	11,4 %	1,44 %
Parasites (1)	2,9 %	0,36 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré de cette végétation à *Cleome chrysantha* fait clairement apparaître l'écrasante dominance des chaméphytes (66,04 %) et des plurisaisonnières (23,28 %), qui à eux deux totalisent 89,32 % du spectre, ainsi que la faible représentation des phanérophytes (1,44 %) et des thérophytes (7,14 %) ; cette dernière est vraisemblablement la conséquence de la longue période de sécheresse ayant précédé l'établissement des relevés.

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, de cette végétation à *Cleome chrysantha* sont réunis dans le tableau 61.

Le spectre chorologique pondéré, une fois encore nettement plus significatif que le spectre brut, montre que ce sont les espèces saharo-sindiennes endémiques qui constituent le groupe le plus important ; celui-ci représente, en effet, 41,57 % du spectre, dont 40,71 % sont constitués par le seul *Cleome chrysantha* (SNS). Vient ensuite le groupe des espèces de liaison trirégionale avec 39,03 %, groupe auquel appartiennent des espèces très présentes au sein de cette végétation, comme *Aerva javanica* var. *bovei* (SS-Sa-SM) et *Fagonia indica* var. *indica* (SS-SM-I).

Il est bon de rappeler ici que *Cleome chrysantha*, espèce largement dominante au sein de la présente végétation, n'occupe qu'une aire assez restreinte : sud de la Libye (Tibesti, Uweinat), nord du Tchad (Tibesti), Egypte (les déserts, les bords de la mer Rouge et le sud du Sinaï), le nord du Sudan et l'ouest de l'Arabie Saoudite. Elle est donc localisée à la partie *orientale* de la sous-zone régionale saharienne et à l'ouest du centre local d'endémisme nubo-sindien (voir 5[e]partie, fig. 3 : 84). Cette espèce n'est répandue *qu'à l'est* de la limite aréale observée à l'est du désert de Libye (voir 5[e] partie : 118 et fig. 8 : 115). Elle est absente dans tout le Sahara central et occidental. C'est donc dans les régions comprises *à l'est* de cette limite aréale que pourrait se retrouver la présente végétation.

Tableau 61. Spectres chorologiques, brut et pondéré, des 35 espèces de phanérogames et du champignon de la végétation à *Cleome chrysantha*

Table 61. Unweighted and weighted chorological spectra of the 35 phanerogams and the fungus of the Cleome chrysantha *vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (5)	13,88 %		41,57 %	
S (2)		5,55 %		0,60 %
SNS (1)		2,78 %		40,71 %
SS (2)		5,55 %		0,26 %
Espèces de liaison birégionale (10)	27,78 %		11,95 %	
SS-Sa (3)		8,33 %		0,94 %
SS-SM (5)		13,89 %		4,66 %
SS-IT (1)		2,78 %		0,95 %
SS-KN (1)		2,78 %		5,40 %
Espèces de liaison trirégionale (11)	30,56 %		39,03 %	
SS-Sa-SM (9)		25,00 %		24,91 %
SS-SM-IT (1)		2,78 %		0,07 %
SS-SM-I (1)		2,78 %		14,05 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (8)	22,22 %		6,65 %	
Pal (6)		16,67 %		5,34 %
Pal-Tc (2)		5,55 %		1,31 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan) (2)	5,55 %		0,80 %	
	100 %		100 %	

Dans son étude sur la végétation du Tibesti, Quézel (1958 : 138) indique que *Cleome chrysantha* est commun sur tout le revers sud de ce massif, mais cette espèce n'apparaît dans aucun des nombreux relevés mentionnés. Par contre, cet auteur (1958 : 234-236) décrit un groupement à *Cleome brachycarpa* et *Cleome aurea* qui colonise les cailloutis et les éboulis, en général de forte pente, existant sur la bordure sud-occidentale du Tibesti. La mention de ce *Cleome aurea*, espèce qui ne figure pas dans la liste des *Capparidaceae* du Tibesti donnée par Quézel (1958 : 137-138) et qui, de plus, n'est pas une espèce africaine, se rapporte peut-être à *Cleome chrysantha*. Quoi qu'il en soit, l'écologie et la composition floristique de cette végétation du Tibesti, dont mention a été faite également par après (Quézel 1965 : 318-319), sont bien différentes de celles de la présente association à *Cleome chrysantha*.

Zohary (1973 : 594, fig. 257) signale, très succinctement, l'existence dans des oueds du sud-est du Sinaï d'une association à *Hyphaene thebaica* et *Cleome chrysantha* au sein de laquelle il mentionne la présence de 7 autres espèces ; sur ces 9 espèces, 7 n'existent pas au Jebel Uweinat. Dans la même région, dans des oueds du sud-est du Sinaï, sur la côte du golfe d'Elat, Danin (1983 : 63) mentionne, lui aussi, la présence de *Cleome chrysantha*, espèce qui peut être dominante par endroits. L'absence, chez ces deux auteurs, de relevés phytosociologiques et d'un tableau analytique ne permet pas une comparaison plus précise entre ces végétations du Sinaï et la végétation à *Cleome chrysantha* du Jebel Uweinat.

Cette végétation à *Cleome chrysantha* semble exister dans les environs de la 2e cataracte du Nil, à Wadi Halfa, dans le nord du Sudan, à en juger par la liste des plantes fournie par Ahti *et al.* (1973 : 137, fig. 5) ; celle-ci se compose, en effet, de 7 espèces dont

6 se retrouvent dans la végétation à *Cleome chrysantha* du Jebel Uweinat (*Aerva, Citrullus, Cleome chrysantha, Fagonia indica, Morettia* et *Tribulus macropterus*).

Enfin, dans le Wadi Abbad, à 100-110 km à l'est d'Edfou, sur le Nil en Egypte, Zahran & Willis (1992 : 236) rappellent brièvement l'existence d'une végétation au sein de laquelle, par endroits, Girgis a noté l'abondance de *Cleome chrysantha* ; le cortège floristique cité fait part de la présence de diverses espèces dont quelques-unes existent également au sein de la végétation à *Cleome chrysantha* du Jebel Uweinat.

Il semble, en conclusion, que la présente végétation à *Cleome chrysantha*, développée sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont n'ait pas encore été décrite ; aussi proposons-nous pour elle le nom de *Cleometum chrysanthae*, ass. nov. (relevé-type : relevé 75 du tableau analytique hors-texte 59).

Le tableau synthétique de la présente végétation, basé sur 41 relevés et composé de 37 espèces, est représenté par le tableau 62. Ce dernier montre qu'au sein de cette végétation à *Cleome chrysantha* figurent 17 espèces qui, dans la partie granitique du massif, trouvent un optimum de développement sur gravillons granitiques et/ou gneissiques (2 espèces caractéristiques et 15 espèces préférentielles). Une dizaine d'autres espèces sont à considérer comme des espèces préférentielles de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* développée dans les gorges encombrées de blocs de granite et/ou de gneiss. Diverses espèces, bien présentes dans ces gorges, ne sont plus représentées que par quelques individus sur le gravillon des zones d'épandage de piedmont. C'est ainsi que la valeur de recouvrement de *Cleome droserifolia* passe de 983 dans les gorges à 3 sur le gravillon de piedmont, celle de *Fagonia thebaica* de 652 à 6, celle de *Forsskaolea tenacissima* de 190 à 9 et celle de *Maerua crassifolia* de 102 à 0,9.

Ce tableau synthétique montre également l'apparition dans cette végétation à *Cleome chrysantha* des premiers représentants des 4 espèces dominantes de la végétation dérivée à *Tribulus* qui lui fait suite dans l'espace (3 espèces de *Tribulus* et *Boerhavia coccinea*), mais avec des valeurs de recouvrement comparativement encore peu élevées.

Localisation des relevés

Relevés 37-38 : dans le fond de Wadi Abd el Malek, large plaine représentant le fond du cratère de l'ancien volcan, lit d'oueds peu profonds, sur fin gravillon granitique reposant sur un peu de terre, fig. 20, 22.11.1968.

Relevé 63 : à l'ouest de Ras el Abd, oued dévalant de la paroi gneissique du massif, gravillon de gneiss mêlé à un peu de gravillon gréseux et à quelques petits blocs de gneiss, végétation très sèche, fig. 21, 5.12.1968.

Relevé 75 : dans le fond de Wadi Abd el Malek, fond du cratère de l'ancien volcan, lit d'oued sur gravillon granitique, 13.12.1968.

Relevé 94 : entrée de Karkur Idris, oued sur gravillon granitique, fig. 18, 17.12.1968.

Relevé 96 : en amont du relevé précédent, oued sur gravillon granitique, 17.12.1968.

Relevé 97 : plus en amont encore que le relevé précédent, en direction de l'étroite passe vers Wadi Abd el Malek, oued sur fin gravillon granitique, 17.12.1968.

Relevé 100 : petit oued débouchant dans Karkur Ibrahim à 2 km environ en amont de sa sortie dans la plaine, fin gravillon granitique mêlé à un peu de cailloutis granitique, le tout reposant sur une couche d'argile fine, 18.12.1968.

Relevé 102 : autre petit oued débouchant dans Karkur Ibrahim, un peu en amont du relevé précédent, même substrat, 18.12.1968.

Relevé 103 : Karkur Ibrahim, un peu en amont des 2 relevés précédents, large anse entourée de collines granitiques, sur gravillon granitique, 18.12.1968.

Relevé 104 : limite entre le Karkur Ibrahim et le Wadi Abd el Malek marquée par l'apparition des premiers *Acacia tortilis*, grande plaine centrale, sur gravillon granitique, la végétation relevée couvre plusieurs hectares, 18.12.1968.

Tableau 62. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation à *Cleome chrysantha*

Table 62. Synthetical association table, with cover values, of the Cleome chrysantha *vegetation*

Nombre des relevés	41
Nombre total des espèces	37
Espèces caractéristiques de la végétation à Cleome chrysantha	
Cleome chrysantha	1384
Tribulus parvispinus var. intermedius	67
Espèces préférentielles de la végétation à Cleome chrysantha	
Fagonia indica var. indica	478
Indigofera disjuncta var. disjuncta	184
Senna italica subsp. italica	154
Corchorus depressus	61
Lotononis platycarpa	50
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	40
Morettia philaeana	19
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	14
Crotalaria thebaica	13
Cistanche phelypaea	12
Tribulus sp.	12
Boerhavia diandra	7
Anticharis glandulosa	0,5
Cullen plicatum	0,2
Schizostoma laceratum	0,2
Espèces caractéristiques et préférentielles de la végétation à Cleome-Fagonia	
Aerva javanica var. bovei	629
Pulicaria incisa	38
Acacia tortilis sensu lato	26
Pergularia tomentosa	10
Forsskaolea tenacissima	9
Fagonia thebaica	6
Cleome droserifolia	3
Heliotropium bacciferum	0,9
Maerua crassifolia	0,9
Trichodesma africanum	0,2
Espèces préférentielles de la végétation à Tribulus	
Tribulus pentandrus var. pentandrus	76
Tribulus macropterus var. macropterus	32
Boerhavia coccinea	27
Tribulus bimucronatus	6
Transgressives de la végétation sur grès	
Acacia ehrenbergiana	12
Fagonia arabica var. arabica	6
Panicum turgidum	0,7
Compagnes	
Citrullus colocynthis	32
Euphorbia granulata	2
Accidentelle	
Indigofera sessiliflora	0,2

Relevé 105 : Wadi Abd el Malek, non loin de l'embouchure de l'oued menant au mont Bagnold, gravillon granitique, 18.12.1968.

Relevé 110 : Wadi Abd el Malek, en amont du relevé précédent, large étendue parmi des collines granitiques, gravillon granitique, 19.12.1968.

Relevés 111-112 : Wadi Abd el Malek, embouchure de petits oueds descendant des collines granitiques, très fin gravillon granitique, 19.12.1968.

Relevé 113 : dans le fond de Wadi Abd el Malek, non loin de la passe vers Karkur Idris, fin gravillon granitique, 19.12.1968.

Relevé 114 : Karkur Ibrahim, embouchure du Karkur Bu-Hleiga, oued sur gravillon granitique, fig. 19, 20.12.1968.

Relevé 118 : Karkur Bu-Hleiga, en amont d'Ain Duarme, plateau vallonné, étendue de gravillon granitique, 20.12.1968.

Relevé 160 : oued dévalant de la falaise en face d'Ain Duwa, gravillon granitique reposant sur une couche argilo-sablonneuse assez compacte avec çà et là des affleurements de gneiss, 3.1.1969.

Relevé 161 : à l'est d'Ain Duwa, oued parallèle à la paroi du massif, gravillon granitique mêlé à du gravillon de gneiss, 3.1.1969.

Relevé 164 : collines de gneiss entre Ain Duwa et la petraia, oued sur gravillon de gneiss mêlé à du gravillon granitique, 4.1.1969.

Relevé 167 : oued dans la plaine en face des collines de gneiss entre Ain Duwa et la petraia, gravillon de gneiss reposant sur un affleurement de gneiss, 4.1.1969.

Relevé 168 : entre Ain Duwa et Ain Zuweia, petit oued de 50 cm de profondeur dans la plaine, gravillon granitique, 5.1.1969.

Relevés 171-173 : entre Ain Zuweia et l'embouchure de Karkur Ibrahim, larges oueds dans la plaine sur gravillon granitique, 5.1.1969.

Relevé 174 : portion orientale du Karkur Hamid, non loin de la passe nord, oued dévalant du massif sur gravillon de gneiss et gravillon de grès, 6.1.1969.

Relevé 175 : un peu à l'ouest du précédent relevé, oued sur gravillon brun rougeâtre de gneiss sinuant dans un pierrier de gneiss et de grès, 7.1.1969.

Relevé 176 : même oued que celui du précédent relevé, mais plus en amont, même substrat, nombreuses traces de gazelles, 7.1.1969.

Relevé 177 : oued un peu à l'ouest de celui du relevé 175, en direction de Wadi Auki, sur gravillon rosé de gneiss avec cailloutis de gneiss et de grès, végétation très verte, 8.1.1969.

Relevé 178 : même oued que le précédent mais plus en amont, jusqu'à l'entrée des gorges, gravillon de gneiss et de grès mêlé à de petits blocs de gneiss et de grès, présence d'espèces transgressives de la végétation des gorges à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica*, 8.1.1969.

Relevé 183 : portion orientale du Karkur Hamid, en direction de la frontière avec la Libye, partie située le plus en aval d'un oued sur gravillon de gneiss sinuant dans un pierrier de petits blocs de gneiss et de quelques petits blocs de grès, 9.1.1969.

Relevé 184 : même oued que le précédent mais plus en amont, même substrat, 9.1.1969.

Relevé 187 : Karkur Hamid, frontière Egypte-Libye, aux environs d'un poteau frontière avec l'indication SSD1934, oued sur gravillon gneissique, 9.1.1969.

Relevé 188 : Karkur Hamid, un peu au-delà de la frontière, en Libye, oued sur gravillon de gneiss sinuant dans un pierrier de blocs de grès et de blocs de gneiss, 9.1.1969.

Relevés 189-190 : un peu à l'ouest du relevé précédent, en bordure des collines de gneiss et de granite, oueds sur gravillon de gneiss mêlé de gravillon granitique, 10.1.1969.

Relevé 191 : un peu plus à l'ouest des deux relevés précédents, étroit oued à l'entrée de gorges en direction du mont de Bono, gravillon de gneiss mêlé de gravillon granitique, ainsi que de petits blocs de gneiss et de granite, 10.1.1969.

Relevé 193 : Karkur Hamid, un peu au-delà de la frontière Egypte-Libye, étroit oued à l'entrée de gorges en direction du mont de Bono, gravillon de gneiss mêlé de quelques blocs de gneiss et de grès, végétation desséchée, 10.1.1969.

Relevé 194 : ibid., large oued dans la plaine, fin gravillon de gneiss mêlé de gravillon de granite, végétation desséchée, avec le seul *Acacia* du Karkur Hamid, 11.1.1969.

Relevé 196 : flanc occidental du massif, entre Karkur Ibrahim et Karkur Idris, oued dans la plaine, gravillon granitique, végétation desséchée, 11.1.1969.

3. La végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* (pâturages à *Tribulus*) sur gravillons granitiques et/ou gneissiques dans les zones d'épandage de piedmont

La végétation à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* se rencontre dans les zones d'épandage de piedmont *uniquement* sur gravillon granitique et/ou gneissique de la moitié occidentale du Jebel Uweinat. Elle a été observée sur gravillon granitique pur dans les parties situées le plus en aval des oueds sillonnant le Karkur Idris et le Karkur Ibrahim, c'est-à-dire vers l'embouchure de ces Karkurs dans la plaine (fig. 1 ; relevés 93-159 du tableau analytique 63). Cette végétation se développe également dans les zones d'épandage de

piedmont de la partie occidentale du Karkur Hamid, en des régions où le massif du Jebel Uweinat est bordé de collines de gneiss (fig. 1). En ces derniers endroits, elle se rencontre dans les parties situées le plus en aval des oueds installés soit sur gravillon de gneiss pur, soit sur gravillon de gneiss mélangé de gravillon granitique (relevés 186-198 du tableau analytique 63) (fig. hors-texte 23).

La végétation à *Tribulus* développée sur le gravillon granitique pur des Karkur Idris et Ibrahim est-elle différente de celle qui, dans le Karkur Hamid, s'observe sur gravillon gneissique pur ou mêlé de gravillon granitique ?

Le tableau 64 indique la présence, sur chacun de ces milieux, des espèces rencontrées plus d'une fois sur les 10 relevés effectués. On constate tout d'abord, à l'examen de ce tableau, que 4 espèces, dont *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*, espèce présente 8 fois sur 10 avec une valeur de recouvrement de 2000, sont présentes sur ces deux types de milieu. On remarque ensuite que 2 espèces, dont *Tribulus macropterus* var. *macropterus*, n'ont été observées que sur gravillon granitique pur, tandis que 2 autres espèces, dont *Tribulus bimucronatus*, n'ont été rencontrées que sur gravillon gneissique mêlé ou non de gravillon granitique. Il pourrait dès lors y avoir une certaine liaison entre la composition de la végétation et la nature du substrat, liaison sur laquelle on pourrait se baser pour reconnaître une subdivision au sein de cette végétation à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*. En attendant qu'un plus grand nombre de relevés permette de vérifier la constance de ces différences, nous avons groupé les 10 relevés effectués en un seul tableau analytique (tableau 63).

Cette végétation à *Tribulus* n'existe donc que dans les zones d'épandage de piedmont, c'est-à-dire à des altitudes comprises entre la base du massif, située vers 580-600 m, et 710 m.

Au moment des relevés, soit de la mi-décembre 1968 au début janvier 1969, cette végétation se présentait le plus souvent sous un aspect *fort desséché*. Les espèces dominantes, comme les 3 *Tribulus* et *Boerhavia coccinea*, étaient toutes desséchées, mais encore porteuses de fruits. Il en allait de même pour les *Cleome*, les *Fagonia*, les *Aerva* et les *Indigofera*. Les longues tiges prostrées et desséchées des *Tribulus* constituaient généralement sur le sol un paillis jaunâtre très caractéristique (fig. 22).

Les surfaces relevées s'étendent généralement sur la largeur de l'oued (une dizaine de mètres, rarement davantage) et sur une longueur oscillant entre (20)50 et 500 m. En certains endroits, comme à l'entrée du Karkur Ibrahim, cette végétation à *Tribulus* recouvre de grandes surfaces.

Le recouvrement total de la végétation oscille entre 5 et 30 %, mais il peut atteindre 40-50 %, voire même 75 %, dans le cas où 1 ou 2 espèces constituent un *faciès* particulier.

Le nombre d'espèces par relevé varie entre 2 et 7, ce qui traduit immédiatement la pauvreté en espèces de cette végétation. Le nombre total des espèces figurant dans les 10 relevés effectués n'atteint que 12, dont 4 n'ont été observées qu'une seule fois.

Cette végétation à *Tribulus* apparaît assez souvent sous l'un ou l'autre *faciès* au sein duquel dominent une ou deux des 3 espèces de *Tribulus* présentes dans cette végétation et dont le recouvrement peut atteindre 40-75 %. Dans ce cas, ces *Tribulus* forment un *pâturage à Tribulus* que recherchent les herbivores tant sauvages (gazelles et parfois mouflons) que domestiques (chèvres ou chameaux de passage), principalement avant la

Tableau 63. Tableau analytique de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques

Table 63. Analytical association table of the Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *derived vegetation on granitic and/or on gneissic fine gravels*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)												Présence sur 10	Valeur de recouvrement
			Numéros des relevés	93	95	98	99	101	159	186	195	197	198		
			Altitude (m)	630	630	580	585	620	710	690-700	645	650	680		
			Surface des relevés (m)	30 × 500	10 × 20	10 × 50	10 × 50	10 × 50	20 × 500	10 × 200	20 × 500	10 × 100	10 × 100		
			Recouvrement total (%)	30	30	10	5	50	20	25	40	50	75		
			Nombre des espèces	7	5	2	2	3	3	6	4	5	4		
			Strate prostrée												
			Recouvrement (%)	25	25	10	5	50	20	15	40	50	75		
			Strate inférieure												
			Recouvrement (%)	10	10	-	< 5	< 5	< 5	15	5	5	5		
			Hauteur (cm)	20-40	20	-	10	10	20	5-20	5-20	15	10-15		
			Strate supérieure												
			Recouvrement (%)	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Hauteur (cm)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Strate prostrée												
SS-SM	Pl.p	33	Tribulus pentandrus var. pentandrus	2.2	2.2	2.1	1.1	3.3	-	2.1	-	3.3	4.4	8	2000
SS-IT	Pl.p	17	Tribulus macropterus var. macropterus	2.2	2.2		-	3.3	2.1	-	-	-	-	4	825
Pan	H.p	28	Boerhavia coccinea			-	-		-	1.1	1.1	1.1	1.1	4	100
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	1.1	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	3	27
SS-SM	Pl.p	9	Tribulus bimucronatus	-	-	-	-	-	-	-	3.1	3.3	-	2	750
			Strate inférieure												
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	1.1	1.1	-	+.1	1.1	-	+.1	+.1	1.1	1.1	8	128
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	1.1	+.1	-	-	-	+.1	+.1	-	1.1	+.1	6	54
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	-		-		-	+.1	-	-	-	2	26
SS-KN	Th.é	10	Indigofera disjuncta var. disjuncta	-		-	-	-	-	2.1	-	-	-	1	150
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	-			-	-		-	+.1		-	1	1
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	+.1	-	-	-		-	-	-	-	-	1	1
			Strate supérieure												
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	+.1	-	-		-	-	-	-	-		1	1

Tableau 64. Présence des espèces rencontrées plus d'une fois dans les 10 relevés de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* effectués sur granite pur et sur gneiss mêlé ou non de granite

Table 64. Presence of the species appearing more than once in the 10 phytosociological relevés of the Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *derived vegetation growing on pure granite and on gneiss, mixed or not with granite*

	Présence sur 10 relevés	Présence dans 6 relevés sur granite pur	Présence dans 4 relevés sur gneiss mêlé ou non de granite
Tribulus pentandrus var. pentandrus	8	5	3
Cleome chrysantha	8	4	4
Fagonia indica var. indica	6	3	3
Aerva javanica var. bovei	2	1	1
Tribulus macropterus var. macropterus	4	4	0
Citrullus colocynthis	3	3	0
Boerhavia coccinea	4	0	4
Tribulus bimucronatus	2	0	2



Figure 22. Portion occidentale du Karkur Hamid, dans la plaine, large oued sur gravillon de gneiss et de granite, végétation dérivée à Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *formant un paillis jaunâtre sur le sol, 650 m d'altitude, relevé 197, 11.1.1969.*

Figure 22. Western part of Karkur Hamid, in the plain, wide wadi on fine gneissic and granite gravels, *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* derived vegetation forming a yellowish mulch on the ground, 650 m, relevé 197, 11.1.1969.

formation des fruits généralement épineux. L'existence fréquente d'individus de *Tribulus* broutés au ras du sol atteste la présence de ces herbivores. Ces *pâturages à Tribulus* de la partie *granitique* du massif apparaissent ainsi comme le pendant des *pâturages à Stipagrostis* signalés dans les zones d'épandage de piedmont de la partie *gréseuse* du massif.

Parmi les faciès rencontrés sont à signaler les faciès suivants :

- faciès à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* dans le Karkur Hamid sur gravillon de gneiss et de granite (relevé 198) ;
- faciès à *Tribulus bimucronatus* dans le Karkur Hamid également et sur un substrat identique (relevé 195) ;
- faciès à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* et *T. bimucronatus* intimement mélangés, dans le Karkur Hamid, toujours sur le même substrat (relevé 197) ;
- faciès à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* et *T. macropterus* var. *macropterus* intimement mélangés, à l'entrée du Karkur Ibrahim sur gravillon granitique pur (relevé 101).

Deux strates seulement ont été reconnues au sein de cette végétation : une strate prostrée groupant 5 espèces dont les 3 *Tribulus* et *Boerhavia coccinea* et une strate inférieure de 5-40 cm de haut, composée de 6 espèces à faible recouvrement de l'ordre de <5-10 %, rarement 15 %. Une strate supérieure de 1 m de haut, à très faible recouvrement, comprenant *Pergularia tomentosa*, n'a été observée qu'une seule fois sur les 10 relevés effectués.

Les *spectres biologiques*, brut et pondéré, de cette végétation à *Tribulus* figurent dans le tableau 65.

Tableau 65. Spectres biologiques, brut et pondéré, de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*

Table 65. Unweighted and weighted biological spectra of the Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *derived vegetation*

	Spectre brut	Spectre pondéré
Thérophytes (1)	8,33 %	3,69 %
Géophytes (0)	0,00 %	0,00 %
Hélophytes (0)	0,00 %	0,00 %
Hémicryptophytes (2)	16,67 %	3,13 %
Chaméphytes (2)	16,67 %	3,79 %
Plurisaisonnières (6)	50,00 %	89,37 %
Phanérophytes (1)	8,33 %	0,02 %
Parasites (0)	0,00 %	0,00 %
	100 %	100 %

Le spectre biologique pondéré de cette végétation à *Tribulus* fait apparaître l'écrasante dominance des plurisaisonnières (89,37 %) dont font partie les 3 espèces de *Tribulus*, le faible pourcentage (un peu plus de 3 % seulement) des thérophytes (dû probablement à la durée de la période interpluviale), des hémicryptophytes et des chaméphytes, ainsi que la quasi-absence des phanérophytes (0,02 %).

Les *spectres chorologiques*, brut et pondéré, sont réunis dans le tableau 66.

Tableau 66. Spectres chorologiques, brut et pondéré, de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*

Table 66. Unweighted and weighted chorological spectra of the Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *derived vegetation*

	Spectre brut		Spectre pondéré	
Espèces saharo-sindiennes endémiques (2)	16,66 %		3,17 %	
S (1)		8,33 %		0,02 %
SNS (1)		8,33 %		3,15 %
Espèces de liaison birégionale (4)	33,33 %		91,68 %	
SS-SM (2)		16,66 %		67,68 %
SS-IT (1)		8,33 %		20,31 %
SS-KN (1)		8,33 %		3,69 %
Espèces de liaison trirégionale (4)....	33,33 %		2,01 %	
SS-Sa-SM (3)		25,00 %		0,69 %
SS-SM-I (1)		8,33 %		1,32 %
Espèce de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde (Pal-Tc) (1)	8,33 %		0,67 %	
Espèce de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan) (1)	8,33 %		2,47 %	
	100 %		100 %	

Il ressort de l'examen du spectre chorologique pondéré que l'écrasante majorité des espèces (91,68 %) est représentée par des espèces de liaison birégionale, principalement par des espèces de liaison saharo-sindienne et de la Somalie-pays Masai (67,68 %), groupe formé par *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* et *T. bimucronatus*, ainsi que par une espèce de liaison saharo-sindienne et irano-touranienne (*Tribulus macropterus* var. *macropterus*) qui constitue 20,31 % du spectre. Les espèces des autres phytochories sont quasiment inexistantes, notamment les espèces saharo-sindiennes endémiques (3,17 % seulement). Ces données traduisent bien l'influence de la flore d'Afrique orientale (nord du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai) dans la composition de cette végétation à *Tribulus*.

Il convient maintenant de rappeler brièvement la succession de la végétation en descendant les oueds de la partie granitique du massif jusque dans la plaine environnante. On rencontre successivement (fig. hors-texte 23) :

- dans les gorges : la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* ;
- en aval de ces gorges, dans les zones d'épandage de piedmont, sur gravillon : la végétation à *Cleome chrysantha* avec encore quelques représentants de la végétation des gorges, comme des *Aerva*, des *Pergularia* et des *Fagonia thebaica*, et avec déjà quelques individus de la végétation à *Tribulus* développée plus en aval, commes les 3 espèces de *Tribulus* et *Boerhavia coccinea*, individus dont le nombre va *croissant* vers l'aval ;
- dans les parties les plus en aval de ces zones d'épandage de piedmont : la végétation à *Tribulus* avec encore quelques représentants de la végétation à *Cleome chrysantha*, comme *Cleome chrysantha*, *Indigofera disjuncta* var. *disjuncta* et *Fagonia indica* var. *indica*, représentants dont le nombre va en *décroissant* vers l'aval, et, d'autre part, avec une présence de plus en plus marquée vers l'aval des 3 espèces de *Tribulus* et de *Boerhavia coccinea*.

Le tableau 67, qui mentionne les valeurs de recouvrement de diverses espèces, montre bien l'évolution de la composition de la flore de ces 3 types de végétation.

Tableau 67. Comparaison des valeurs de recouvrement de diverses espèces de la partie granitique du massif montrant l'évolution de la composition de la flore selon les trois types de végétation reconnus

Table 67. Comparative table between the cover values of various species growing on the granitic part of the massif showing the evolution of the flora according to the three recognized types of vegetation

	Cleome droserifolia Fagonia thebaica	Cleome chrysantha	Tribulus
Aerva javanica var. bovei	921	629	26
Fagonia thebaica	652	6	1
Pergularia tomentosa	41	10	1
Cleome chrysantha	33	1384	128
Fagonia indica var. indica	22	478	54
Indigofera disjuncta var. disjuncta .	–	184	150
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	10	40	1
Tribulus pentandrus var. pentandrus	–	76	2000
Tribulus macropterus var. macropterus .	–	32	825
Tribulus bimucronatus	–	6	750
Boerhavia coccinea	0,7	27	100

Une autre façon de constater l'évolution de la flore dans les zones d'épandage de piedmont consiste à effectuer les comparaisons suivantes :

- *à l'entrée du Karkur Idris*, sur gravillon granitique : comparer les relevés 94 et 96 de la végétation à *Cleome chrysantha* (tableau analytique hors-texte 59) avec les relevés 93 et 95 de la végétation à *Tribulus* (tableau analytique 63) ;
- *à l'entrée du Karkur Ibrahim*, sur gravillon granitique : comparer le relevé 100 de la végétation à *Cleome chrysantha* avec les relevés 98, 99 et 101 de la végétation à *Tribulus* ;
- *dans le Karkur Hamid*, sur gravillon de gneiss mêlé de gravillon de granite : comparer le relevé 194 de la végétation à *Cleome chrysantha* avec le relevé 195 de la végétation à *Tribulus*.

En progressant vers l'aval, on constate, dans les trois cas précités, d'une part, *l'augmentation progressive* des *Tribulus* et, d'autre part, *la diminution progressive* des *Cleome chrysantha* et des *Fagonia indica* var. *indica* au sein d'une végétation devenant de plus en plus sèche.

Quelles sont les différences entre la végétation à *Cleome chrysantha* et la végétation à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* ? Elles sont de divers ordres :

1. la végétation à *Tribulus* se rencontre dans les parties situées le plus *en aval* des oueds, donc à des altitudes un peu plus basses comprises entre 580 et 710 m, alors que la végétation à *Cleome chrysantha* se développe plus *en amont* à des altitudes un peu supérieures comprises entre (590)620 et 750(-800) m et parfois même à 1000 m ;

2. bien que le substrat sur lequel ces deux types de végétation ont été observés soit le même (gravillon) et malgré le fait que des analyses granulométriques n'aient pas été effectuées, il nous a semblé que, dans la plupart des relevés, la végétation à *Cleome chrysantha* se développait plutôt sur un gravillon assez grossier, alors que le gravillon de la végétation à *Tribulus* était beaucoup plus fin ;
3. la fin de la végétation à *Tribulus* vers l'aval correspond assez bien à la limite de l'étalement des eaux de ruissellement. C'est dire qu'en ces endroits *la sécheresse est plus marquée* qu'en amont où se rencontre la végétation à *Cleome chrysantha*. La végétation à *Tribulus* est donc moins exigeante en eau et par conséquent mieux adaptée à la sécheresse ;
4. en conséquence, en remontant les oueds, on constate généralement que la végétation à *Tribulus* est complètement desséchée (mais pas morte !) et se présente sous la forme d'un paillis jaunâtre étalé sur le sol, alors que la végétation à *Cleome chrysantha* est ordinairement plus verte et plus fleurie ;
5. la végétation à *Cleome chrysantha* se développe dans des oueds dont la profondeur varie entre 5 cm et 1 m, alors que la végétation à *Tribulus* croît dans des oueds dont la profondeur ne dépasse guère 20-30 cm ;
6. la *richesse spécifique* est fort différente selon les végétations : dans la végétation à *Cleome chrysantha*, le nombre d'espèces par relevé oscille entre (2)3 et 13(19) et le nombre total des espèces signalées s'élève à 37, alors que dans la végétation à *Tribulus* le nombre d'espèces par relevé ne varie qu'entre 2 et 7 et le nombre total des espèces signalées n'atteint que 12. La végétation à *Tribulus* est donc manifestement *beaucoup plus pauvre en espèces*. Cet appauvrissement en espèces est **progressif** : en descendant les oueds, on constate la diminution progressive du nombre des *Cleome chrysantha* et des *Fagonia indica* var. *indica* et la disparition progressive de nombreuses espèces, mais on observe par contre l'augmentation progressive du nombre des *Tribulus* qui finissent par constituer de véritables pâturages. Cet appauvrissement en espèces de la végétation à *Tribulus* apparaît ainsi comme la conséquence de conditions plus xériques du milieu résultant elles-mêmes de l'appauvrissement progressif en eau de ruissellement en limite d'étalement des eaux ;
7. l'aspect général de ces deux végétations est totalement différent : la végétation à *Cleome chrysantha* est une végétation dans laquelle dominent les strates dressées, alors que la végétation à *Tribulus* se présente avant tout comme une végétation prostrée ;
8. la végétation à *Cleome chrysantha* peut se répartir en 2(-5) strates avec des *Acacia* et des *Maerua* parfois présents, alors que la végétation à *Tribulus* ne comporte que 2(3) strates et ne comprend jamais d'arbres ;
9. les *spectres biologiques pondérés* de ces deux végétations sont nettement distincts : dans la végétation à *Cleome chrysantha* les chaméphytes dominent (66,04 % du spectre) tandis que les plurisaisonnières ne représentent que 23,28 %, alors que dans la végétation plus xérique à *Tribulus* les chaméphytes ne constituent que 3,79 % du spectre mais le pourcentage des plurisaisonnières y est écrasant (89,37 %). Or, nous avons signalé que ce dernier type biologique était particulièrement bien adapté aux conditions désertiques et que la reproduction des espèces de ce type était toujours assurée quelle que soit la durée des périodes interpluviales (voir 4e partie : 57-59). *On constate donc bien un parallélisme entre l'accroissement de la sécheresse et la modification du*

type biologique des espèces dominantes ;

10. les *spectres chorologiques pondérés*, enfin, sont eux aussi nettement différents : dans la végétation à *Cleome chrysantha* les espèces saharo-sindiennes endémiques constituent le groupe chorologique le plus important (41,57 %), alors que dans la végétation à *Tribulus* ces dernières espèces ne représentent que 3,17 %, tandis que les espèces de liaison birégionale, surtout saharo-sindienne et de la Somalie-pays Masai, sont très largement dominantes (91,68 %). Le caractère saharo-sindien de la végétation s'estompe ainsi en passant de la végétation à *Cleome chrysantha* à la végétation à *Tribulus*.

Malgré les diverses différences signalées entre la végétation à *Cleome chrysantha*, qui, elle, représente une excellente association, et la végétation à *Tribulus*, cette dernière constitue-t-elle une association propre ?

La végétation à *Tribulus* ne comprend *aucune espèce caractéristique*, **toutes** les espèces qui la constituent existent déjà dans la végétation à *Cleome chrysantha*. Dans ce domaine, les seules différences consistent en le nombre d'individus de chaque espèce dans l'une ou l'autre végétation, c'est-à-dire dans les valeurs de recouvrement des espèces. D'autre part, nous venons de le voir, la transition entre ces deux types de végétation est progressive et due à l'appauvrissement progressif en eau.

La végétation à *Tribulus* se présente plutôt dès lors comme une *végétation dérivée* de l'association à *Cleome chrysantha* par appauvrissement spécifique extrême et progressif, conséquence de l'appauvrissement progressif en eau de ruissellement.

Tel était d'ailleurs le cas, rappelons-le, des végétations dérivées, elles aussi desséchées, paucispécifiques et dépourvues d'espèces caractéristiques, l'une à *Citrullus colocynthis* et *Crotalaria thebaica* sur sables planitiaires fixés (p. 62), l'autre à *Stipagrostis acutiflora* subsp. *acutiflora* et *Morettia philaeana* sur sables mouvants des dunes vives (p. 92).

Cette végétation à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* devrait se retrouver, avec des variantes certes, dans les zones de piedmont des massifs montagneux de la zone régionale saharo-sindienne et de la moitié septentrionale du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai, mais la comparaison avec les données mentionnées dans ces régions est rendue particulièrement malaisée par suite des difficultés rencontrées lors de la détermination des espèces du genre *Tribulus*, ce qui entraîne de nombreuses confusions (voir 3e partie : 252-259).

Le tableau 68 représente le tableau synthétique de cette végétation dérivée à *Tribulus* ; il est basé sur 10 relevés et comporte un nombre total d'espèces de 12. Seules 4 espèces, les 3 *Tribulus* et *Boerhavia coccinea*, trouvent leur optimum de développement au sein de cette végétation. Les autres espèces sont des espèces préférentielles, soit de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* développée en amont dans les gorges de granite, soit de la végétation à *Cleome chrysantha* dont dérive cette végétation à *Tribulus*.

Localisation des relevés

Relevé 93 : entrée du Karkur Idris, oued sur gravillon granitique, vers l'extrémité aval de l'oued, 17.12.1968.

Relevé 95 : entrée du Karkur Idris, oued sur très fin gravillon granitique, vers l'extrémité aval de l'oued, végétation très desséchée, 17.12.1968.

Relevés 98 et 99 : entrée du Karkur Ibrahim, oueds sur fin gravillon granitique mêlé de très peu de cailloutis granitique, le tout reposant sur une couche d'argile fine, vers l'extrémité aval des oueds, 18.12.1968.

Tableau 68. Tableau synthétique, avec les valeurs de recouvrement, de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*

Table 68. Synthetical association table, with cover values, of the Tribulus pentandrus *var.* pentandrus *derived vegetation*

Nombre des relevés	10
Nombre total des espèces	12
Espèces préférentielles de la végétation à Tribulus	
Tribulus pentandrus var. pentandrus	2000
Tribulus macropterus var. macropterus	825
Tribulus bimucronatus	750
Boerhavia coccinea	100
Espèces préférentielles de la végétation à Cleome- Fagonia	
Aerva javanica var. bovei	26
Fagonia thebaica	1
Pergularia tomentosa	1
Espèces caractéristiques et préférentielles de la végétation à Cleome chrysantha	
Indigofera disjuncta var. disjuncta	150
Cleome chrysantha	128
Fagonia indica var. indica	54
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	1
Compagne	
Citrullus colocynthis	27

Relevé 101 : entrée du Karkur Ibrahim, oued sur fin gravillon granitique, vers l'extrémité aval de l'oued, végétation très desséchée formant un paillis jaunâtre sur le sol, occupant de grandes surfaces, 18.12.1968.

Relevé 159 : entrée du Karkur Idris, oued sur fin gravillon granitique, vers l'extrémité aval de l'oued, végétation très desséchée, 2.1.1969.

Relevé 186 : portion occidentale du Karkur Hamid, dans la plaine, partie la plus en aval d'un oued descendant du flanc du massif, sur gravillon de gneiss, végétation très desséchée, 9.1.1969.

Relevé 195 : portion occidentale du Karkur Hamid, en peu au-delà de la frontière Egypte-Libye, dans la plaine, partie la plus en aval d'un oued sur fin gravillon de gneiss mêlé de gravillon de granite, végétation très desséchée formant de longues traînées de paille sur le sol, 11.1.1969.

Relevé 197 : portion occidentale du Karkur Hamid, dans la plaine, large oued sur gravillon de gneiss et de granite, végétation desséchée, longuement étalée, formant un paillis jaunâtre sur le sol, fig. 22, 11.1.1969.

Relevé 198 : aux environs du relevé précédent, même substrat, pâturage à *Tribulus* recherché par les herbivores, 11.1.1969.

4. Tableau synthétique général des 3 types de végétation des parties granitiques et gneissiques du massif

Le tableau 69 représente le tableau synthétique général des 3 types de végétation reconnus dans les parties granitiques et gneissiques du Jebel Uweinat : l'association à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans les gorges, l'association à *Cleome chrysantha* sur gravillon dans les zones d'épandage de piedmont et la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus* dans les parties situées en aval de la végétation précédente.

Toute la végétation développée dans les parties granitiques et gneissiques du massif se trouve ainsi résumée dans ce tableau synthétique général. Celui-ci repose sur 79 relevés phytosociologiques et regroupe un total de 44 espèces. Parmi celles-ci, 36 trouvent leur optimum de développement au sein de ces 3 types de végétation ; 5 autres espèces sont de rares transgressives, dont 4 apparaissent comme des transgressives de la végétation

Tableau 69. Tableau synthetique général, avec les valeurs de recouvrement, des 3 types de végétation des parties granitiques et gneissiques du Jebel Uweinat

Table 69. General synthetical association table, with cover values, of the 3 types of vegetation of Jebel Uweinat growing on granite and on gneiss

	PT	Cleome droserifolia Fagonia thebaica	Cleome chrysantha	Tribulus
Nombre des relevés		28	41	10
Nombre total des espèces		29	37	12
Cleome droserifolia	60	983	3	–
Aerva javanica var. bovei	127	921	629	26
Fagonia thebaica	71	652	6	1
Forsskaolea tenacissima	70	190	9	–
Maerua crassifolia	50	102	0,9	–
Pulicaria incisa	69	82	38	–
Acacia tortilis sensu lato	110	57	26	–
Salvadora persica var. persica	3	54	–	–
Pergularia tomentosa	74	41	10	1
Ficus cordata subsp. salicifolia	8	37	–	–
Heliotropium bacciferum	66	29	0,9	–
Hyoscyamus muticus	13	27	–	–
Schouwia purpurea subsp. schimperi	22	10	–	–
Trichodesma africanum	21	9	0,2	–
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	10	2	–	–
Cleome chrysantha	92	33	1384	128
Fagonia indica var. indica	132	22	478	54
Indigofera disjuncta var. disjuncta	10	–	184	150
Senna italica subsp. italica	43	0,3	154	–
Tribulus parvispinus var. intermedius	8	0,3	67	–
Corchorus depressus	16	9	61	–
Lotononis platycarpa	18	–	50	–
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	61	10	40	1
Morettia philaeana	44	0,7	19	–
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	39	–	14	–
Crotalaria thebaica	64	0,3	13	–
Cistanche phelypaea	8	0,3	12	–
Tribulus sp.	–	–	12	–
Boerhavia diandra	28	–	7	–
Anticharis glandulosa	4	–	0,5	–
Cullen plicatum	2	–	0,2	–
Schizostoma laceratum	2		0,2	
Tribulus pentandrus var. pentandrus	33		76	2000
Tribulus macropterus var. macropterus	17	–	32	825
Tribulus bimucronatus	9	–	6	750
Boerhavia coccinea	28	0,7	27	100
Transgressive de la végétation à Eragrostis-Crypsis				
Mollugo cerviana var. cerviana	2	0,3	–	–
Transgressives de la vegetation sur grès				
Francoeuria undulata	30	0,3	–	–
Acacia ehrenbergiana	39	–	12	–
Fagonia arabica var. arabica	23	–	6	–
Panicum turgidum	57	–	0,7	–
Compagnes				
Citrullus colocynthis	58	9	32	27
Euphorbia granulata	40	2	2	–
Accidentelle				
Indigofera sessiliflora	9	–	0,2	–

développée dans la partie gréseuse du massif ; 2 espèces, sans optimum bien défini, sont à considérer comme des compagnes et 1 espèce est accidentelle.

Ce tableau synthétique général fait bien apparaître la succession de la végétation en descendant des gorges (*Cleome-Fagonia*) vers la plaine (*Cleome chrysantha*). Il montre également que la végétation à *Tribulus* n'est qu'une végétation dérivée de la végétation à *Cleome chrysantha* par appauvrissement floristique extrême et enrichissement en *Tribulus* divers, mieux adaptés aux conditions plus xériques.

5. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 3 types de végétation des parties granitiques et gneissiques du massif

Dans le tableau comparatif 70 figurent les spectres chorologiques pondérés des 3 types de végétation rencontrés dans les parties granitiques et gneissiques du Jebel Uweinat. La comparaison entre ces spectres fait apparaître :

1. la *diminution* du pourcentage des espèces saharo-sindiennes endémiques en descendant des gorges (51,60 % ; végétation à *Cleome-Fagonia*) dans la plaine (41,57 % ; végétation à *Cleome chrysantha*) et la quasi-absence de ces espèces dans la végétation dérivée à *Tribulus* (3,17 %). *Le caractère saharo-sindien de la végétation diminue donc nettement en même temps que l'altitude* ;
2. *l'augmentation* du pourcentage des espèces de liaison birégionale qui passe de 6,18 % à 11,95 % pour atteindre 91,68 % dans la végétation dérivée à *Tribulus*, augmentation due non pas à une influence sahélienne, mais due principalement aux espèces de liaison saharo-sindienne et de la Somalie-pays Masai (SS-SM), ainsi que, mais dans une moindre mesure, aux espèces de liaison saharo-sindienne et irano-touranienne (SS-IT). *L'influence de la flore tropicale africaine, surtout celle de l'Afrique orientale* (moitié septentrionale du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai) *est donc particulièrement nette dans la végétation planitiaire dérivée à* Tribulus, mais cette influence diminue fortement avec l'altitude ;
3. *la diminution* du pourcentage des espèces de liaison trirégionale, pourcentage qui passe de 34,31 %-39,03 % à 2,01 % seulement dans la végétation dérivée à *Tribulus*, diminution due principalement aux espèces de liaison du type SS-Sa-SM.

6. Conclusions

En conclusion, les analyses de la végétation des parties granitiques et gneissiques du Jebel Uweinat ont fait clairement apparaître les étroites corrélations entre :

1. *la composition floristique de la végétation* : 3 types de végétation différents ;
2. *la nature du substrat* : éboulis-gravillon ;
3. *l'altitude* : gorge-plaine ;
4. *le spectre biologique pondéré* : environ 90 % de chaméphytes et de plurisaisonnieres dans les deux végétations à dominance de *Cleome*, mais 89,37 % de plurisaisonnieres seules dans la végétation dérivée à *Tribulus* ;
5. *le spectre chorologique pondéré* : parallélisme entre la diminution du caractere saharo-sindien de la végétation et la diminution de l'altitude, ainsi qu'une nette augmentation de l'influence de la flore d'Afrique orientale dans la végétation dérivée à *Tribulus*.

Tableau 70. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 3 types de végétation des parties granitiques et gneissiques du Jebel Uweinat

Table 70. Comparative table between the weighted chorological spectra of the 3 types of vegetation of Jebel Uweinat growing on granite and on gneiss

	Cleome droserifolia Fagonia thebaica		Cleome chrysantha		Tribulus	
Espèces saharo-sindiennes endémiques	51,60 %		41,57 %		3,17 %	
S		19,85 %		0,60 %		0,02 %
SA		0,84 %		–		–
SNS		1,01 %		40,71 %		3,15 %
SS		29,90 %		0,26 %		–
Espèces de liaison birégionale	6,18 %		11,95 %		91,68 %	
SS-MS		0,05 %		–		–
SS-Sa		0,34 %		0,94 %		–
SS-SM		5,79 %		4,66 %		67,68 %
SS-IT		-		0,95 %		20,31 %
SS-KN		-		5,40 %		3,69 %
Espèces de liaison trirégionale	34,31 %		39,03 %		2,01 %	
SS-Sa-SM		33,57 %		24,91 %		0,69 %
SS-SM-IT		0,07 %		0,07 %		–
SS-SM-I		0,67 %		14,05 %		1,32 %
Espèces de liaison entre plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde	7,88 %		6,65 %		0,67 %	
Pal		7,58 %		5,34 %		–
Pal-Te		0,30 %		1,31 %		0,67 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde (Pan)	0,02 %		0,80 %		2,47 %	

F. Conclusions phytogéographiques

Il est intéressant maintenant de comparer entre eux les spectres chorologiques pondérés des 12 types de végétation reconnus au Jebel Uweinat, abstraction faite des 3 types de végétation dérivée.

Il résulte de l'examen du tableau comparatif hors-texte 71 que ces 12 types de végétation peuvent se répartir en 3 groupes :

1. 5 types de végétation au sein desquels le caractère saharo-sindien est dominant : la végétation hygrophile naine à *Eragrostis* et *Crypsis*, la végétation d'altitude dans le grès à *Lavandula* et *Ochradenus* et la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* sur gravillon gréseux, ainsi que les 2 types de végétation de la partie granitique du massif, la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* et la végétation à *Cleome chrysantha* ;
2. 4 types de végétation, localisés dans la partie gréseuse du massif, au sein desquels dominent les espèces de liaison entre 3 et plus de 3 phytochories de l'Ancien Monde, surtout des espèces africaines tropicales, principalement de liaison saharo-sindienne, sahélienne et de la Somalie-pays Masai (SS-Sa-SM) ;
3. 3 types de végétation hygrophile au sein desquels le caractère paléotropical, pantropical et cosmopolite est très nettement affirmé.

Les 3 groupes de végétation précités ne sont pas fonction de l'altitude puisqu'en leur sein figurent des types de végétation soit planitiaires, soit d'altitude.

Il apparaît clairement, d'autre part, que l'influence, sur la flore du Jebel Uweinat, des flores méditerranéenne, irano-touranienne et continentale indienne est très faible. La flore du Jebel Uweinat est avant tout un ensemble d'une flore saharo-sindienne ancienne et d'une flore tropicale africaine plus récente, originaire principalement d'Afrique orientale (moitié septentrionale du centre régional d'endémisme de la Somalie et du pays Masai, SM). Ce mélange de deux flores est la résultante de la position géographique du Jebel Uweinat, situé dans la moitié inférieure de la partie orientale du Sahara (voir 5 partie fig. 3).

Il convient, enfin, de rappeler que parmi les 15 types de végétation reconnus au Jebel Uweinat, 8 ont été considérés comme constituant des associations au sens phytosociologique. Ces 8 associations sont différentes des associations mentionnées par Quézel dans son étude sur la végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie (Quézel 1965). *Ces différences soulignent ainsi l'individualité de la flore de cette partie orientale du Sahara qui s'étend principalement sur la Libye, l'Egypte et le nord du Sudan.*

G. Carte schématique de la végétation

La figure hors-texte 23 consiste en une carte schématique en couleurs représentant la localisation des 15 types de végétation reconnus dans le massif du Jebel Uweinat et dans ses environs immédiats. L'analyse de cette carte doit s'effectuer en la comparant à la figure 1 (p. 15) qui, non seulement mentionne l'emplacement des principaux endroits auxquels des noms ont été attribués, mais surtout qui fait bien apparaître la localisation des parties gréseuses, des parties granitiques et des parties gneissiques du massif.

Insistons tout d'abord sur le fait que cette carte est *très schématique*. Elle repose sur des *esquisses* que nous avons ébauchées sur le terrain. Par suite du manque d'une carte topographique détaillée du Jebel Uweinat et par suite également de l'aspect extraordinairement chaotique du massif, la localisation des divers types de végétation n'est qu'*approximative*, malgré l'aide des quelques photographies aériennes de certaines parties du massif.

Cette carte, d'autre part, n'est pas complète. Nous avons certes remonté de très nombreux oueds, mais assurément pas tous, il y en a des milliers ! Par suite des difficultés d'accès, certaines parties du massif n'ont pas été suffisamment prospectées, comme la partie granitique située au sud-ouest du mont Bagnold, ainsi que la partie gréseuse située au nord-est du Karkur Murr (fig. 1).

Certains types de végétation, soit rares, soit couvrant de trop faibles superficies, ont été représentés sur la carte par des chiffres. Tel est le cas des 4 types de végétation hygrophile (1, 2, 3, 4), de la végétation altitudinale appauvrie à *Acacia-Panicum* (5), de la végétation dérivée à *Citrullus-Crotalaria* dans la zone d'étalement du Wadi Hanzul (7), ainsi que de la végétation des dunes à l'embouchure du Wadi Mardain (12).

Rappelons, d'autre part, que si la végétation rencontrée dans les gorges et dans les oueds est représentée sur la carte par des traits *continus*, il n'en va pas de même sur le terrain : les individus sont toujours espacés à très espacés, la végétation n'étant jamais continue (voir p. 23).

Quant au choix des couleurs, il est purement arbitraire et volontairement non conforme aux normes généralement admises pour représenter la végétation et cela dans un but de plus grande lisibilité.

Malgré ses diverses imperfections, cette carte schématique en couleurs met en évidence un certain nombre de données.

Tout d'abord, elle fait clairement apparaître les différences entre la végétation de la partie occidentale granitique du massif (couleurs rouge et orange) et la végétation de la partie orientale gréseuse du massif représentée par d'autres couleurs.

Cette carte, ensuite, fait bien ressortir la succession des divers types de végétation selon l'altitude. Ainsi, dans la partie granitique, les traits rouges marquent la présence dans les gorges de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* ; à ceux-ci succèdent des traits orange représentant la végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillon dans les zones d'épandage de piedmont, traits auxquels font suite des pointillés orange indiquant l'emplacement de la végétation dérivée à *Tribulus pentandrus* var. *pentandrus*. Il en va de même dans la partie gréseuse : succession de la végétation planitiaire à *Acacia-Panicum* (en vert) et de la végétation des gorges à *Fagonia-Aerva* (en bleu) ou encore, comme dans

le Wadi Wahesh, végétation des gorges à *Fagonia-Aerva* (en bleu) suivie par la végétation de transition (en brun), à laquelle succède la végétation d'altitude à *Lavandula-Ochradenus* (en mauve).

Cette carte, enfin, montre que la végétation est strictement localisée dans les gorges, dans les larges vallées (Karkur) et dans les zones d'épandage de piedmont. Les parties non coloriées de la carte représentent soit des régions totalement dépourvues de végétation, soit des régions... que nous n'avons pas prospectées. Pour opérer la distinction entre ces deux types de régions, il suffit de se rapporter à la carte des itinéraires que nous avons parcourus et qui a été publiée dans la 4e partie de ce travail (fig. 2, p. 20).

Remerciements

Certaines des photographies publiées dans cette 6e partie ont été prises par feu le Dr P. Onclin, membre de notre expédition, qui avait bien voulu m'en prêter les diapositives (fig. 4-6, 8-10 et 21).

Index des noms scientifiques cités

(Tab. = tableau hors-texte)

Travaux consultés

Ahti T., Hämet-Ahti L. & Pettersson B. (1973) Flora of the inundated Wadi Halfa reach of the Nile, Sudanese Nubia, with notes on adjacent areas. *Ann. Bot. Fennici* **10** : 131-162.

Alaily F., Bornkamm R., Blume H.-P., Kehl H. & Zielinski H. (1987) Ecological investigations in the Gilf Kebir (SW-Egypt). *Phytocoenologia* **15** : 1-20.

Bagnold R. (1931) Journeys in the Libyan desert 1929 and 1930. *Geogr. Journ.* **78** : 13-39 and 524-535.

Bagnold R. (1933) A further journey through the Libyan desert. *Geogr. Journ.* **82** : 103-129.

Bagnold R. (1939) An expedition to the Gilf Kebir and 'Uweinat 1938. *Geogr. Journ.* **93** : 281-287.

Barkman J., Moravec J. & Rauschert S. (1986) Code de nomenclature phytosociologique, éd. 2. *Vegetatio* **67** : 145-195.

Barry J.-P., Celles J.-C. & Manière R. (1976) Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note II. Le Sahara central et le Sahara méridional. *Natur. monspel.*, sér. Bot. **26** : 211-242.

Bornkamm R. (1986) Flora and vegetation of some small oases in S. Egypt. *Phytocoenologia* **14** : 275-284.

Bornkamm R. & Kehl H. (1990) The plant communities of the Western Desert of Egypt. *Phytocoenologia* **19** : 149-231.

Boulos L. (1966) A natural history study of Kurkur Oasis, Libyan Desert, Egypt. IV. The vegetation. *Postilla* **100** : 1-22.

Boulos L. (1972) Our present knowledge on the flora and vegetation of Libya. Bibliography. *Webbia* **26** : 365-400.

Boulos L. (1980) in El-Baz F. *et al.*, Journey to the Gilf Kebir and Uweinat, Southwest Egypt 1978, IV. Botanical results of the Expedition. *Geogr. Journ.* **146** : 68-71.

Boulos L. (1982) Flora of Gebel Uweinat and some neighbouring regions of Southwestern Egypt. *Candollea* **37** : 257-276.

Bournérias M. (1979) Guide des groupements végétaux de la région parisienne, éd. 2.

Braun-Blanquet J. (1964) Pflanzensoziologie, éd. 3 : 1-865.

Braun-Blanquet J. (1965) Plant sociology. The study of plant communities.

Chaudhary S. & Al-Jowaid A. (1999) Vegetation of the Kingdom of Saudi Arabia : 1-689.

Corti R. (1939) Le raccolte botaniche nel Sud Cirenaico del Prof. L. di Caporiacco (1933-Spediz. Marchesi) e del Prof. U. Monterin (1934-R. Soc. Geogr. Italiana) e la Florula delle Oasi di Cufra e del Gebél Auenát. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n.s., **45** : CCII-CCXL.

Danin A. (1983) Desert Vegetation of Israel and Sinai. Cana Publ. House : 1-148.

Deil U. & Müller-Hohenstein K. (1996) An outline of the vegetation of Dubai (UAE). *Verhandl. Ges. Ökol.* **25** : 77-95.

De Ridder M., Mertens J. & Dumont H. (1989) Crustacea and Rotatoria from Jebel Uweinat (North-Eastern Sahara). *Biol. Jb. Dodonaea* **56** : 111-114.

Fossati J., Pautou G. & Peltier J. (1998) Wadi vegetation of the North-Eastern desert of Egypt. *Feddes Repert.* **109** : 313-327.

Gillet H. (1968) Le peuplement végétal du massif de l'Ennedi (Tchad). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, sér. B, Bot., **XVII** : 1-206.

Grenot C. & French N. (1987) Approche d'une classification écologique des zones arides (à partir d'une comparaison entre l'Afrique du Nord et l'Amérique du Nord). *C.R. Soc. Biogéogr.* **63** : 2-22

Jany E. (1963) Salma Kabir-Kufra-Djabal al-Uwenat. *Die Erde* **94** : 334-362.

Jovet-Ast S. (1964) Un paradoxe biologique : des plantes hydrophiles en milieu semi-aride. *Science Progrès, La Nature* **3354** : 386-390.

Kassas M. (1971) in Schiffers H. (ed.), Die Sahara und ihre Randgebiete **I**, XI. Die Pflanzenwelt 2. Teil, Pflanzenleben in der östlichen Sahara : 477-497.

Kehl H. & Bornkamm R. (1993) Landscape Ecology and Vegetation Units of the Western Desert of Egypt. *Catena Suppl.* **26** : 155-178.

Kemal el Din H. (1928) L'exploration du désert libyque. *Géographie* **50** : 171-183 et 320-336.

Knapp R. (1973) Die Vegetation von Afrika. Fischer Verlag : 1-626.

Knapp R. (1974) Bibliographia phytosociologica et scientiae vegetationis : Africa aegyptiaca, libyca et tibestica. *Excerpta Bot., B, Sociol.* **14** : 17-34.

Le Houérou H. N. (1990) Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse* **4**, 1 : 246-259.

Le Houérou H. N. (1992) Outline of the biological history of the Sahara. *Journ. Arid Environm.* **22** : 3-30.

Le Houérou H.N. (1995) The Sahara from the Bioclimatic Viewpoint : Definition and Limits. *Ann. Arid Zone* **34** : 1-16.

Léonard J. (1970) Expédition scientifique belge dans le Désert de Libye, Jebel Uweinat 1968-1969. I. Préface et IV. La flore. *Africa Tervuren* **15** : 102-104 et 110-116.

Léonard J. (1992) Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des déserts d'Iran **10**(2). Etude de la végétation. Analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux : 287-454.

Leredde C. (1954) Note préliminaire sur les formations hygrophiles au Tassili-N'Ajjer. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* **89** : 19-26.

Maley J. (1980) Les changements climatiques de la fin du Tertiaire en Afrique : leur conséquence sur l'apparition du Sahara et de sa végétation in Williams M. & Faure H. (eds), The Sahara and the Nile. Quaternary environments and prehistoric occupation in northern Africa : 63-86.

Misonne X. (1977) Mammifères du Jebel Uweinat, Désert de Libye. *Ann. Mus. Afr. Centr. Tervuren*, ser. in-8°, Sc. zool. **217** : 1-33.

Misonne X. (1995) L'exploration du Jebel Uweinat, Désert de Libye. *Bull. Séanc. Acad. Sc. Outre-Mer* **40** : 175-200.

Monod Th. (1967) Orientation bibliographique sur le Sud-Est du Désert Libyque (triangle 'Uweinat-Erdis-Merga). *Et. Doc. Tchadiens*, sér. A, annexe III : I-L.

Monod Th. (1974a) Sur un Conchostracé du Jebel 'Uweinat. *Rev. Zool. afr.* **88** : 549-552.

Monod Th. (1974b) Spectre de modes de dissémination dans l'Adrar mauritanien (Sahara occidental). *Candollea* **29** : 401-425.

Monod Th. (1997) Thesaurus, Actes Sud : 1107-1109.

Mueller-Dombois D. & Ellenberg H. (1974) Aims and Methods of Vegetation Ecology.

Osborn D. & Krombein K. (1969) Habitats, Flora, Mammals, and Wasps of Gebel 'Uweinat, Libyan Desert. *Smiths. Contr. Zool.* **11** : 1-18.

Ourcival J. M., Berger A. & Le Floc'h E. (1994) Absorption de l'eau atmosphérique par la partie aérienne d'un chaméphyte de la Tunisie présaharienne : l'*Anthyllis henoniana* (Fabaceae). *Can. J. Bot.* **72** : 1222-1227.

Ozenda P. (1977) Flore du Sahara, éd. 2 : 1-622.

Quézel P. (1958) Mission botanique au Tibesti. *Mém. Inst. Rech. Sahar.*, Univ. Alger **4** : 1-357.

Quézel P. (1965) La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. *Geobot. Select.* **2** : I-XI, 1-333 [J. Léonard (1980) Noms de plantes et de groupements végétaux cités dans P. Quézel. Jardin Bot. Nat. Belg. : 1-45].

Quézel P. (1971) in Schiffers H. (ed.), Die Sahara und ihre Randgebiete **I**, XI. Die Pflanzenwelt 1. Teil, Flora und Vegetation der Sahara : 429-476.

Quézel P., Barbéro M., Benabid A. & Rivas-Martínez S. (1995) Les structures de végétation arborées à Acacia sur le revers méridional de l'Anti-Atlas et dans la vallée inférieure du Draa (Maroc). *Phytocoenologia* **25** : 279-304.

Quézel P. & Simonneau P. (1963) Les peuplements d'Acacia du Sahara nord-occidental. Etude phytosociologique. *Trav. Inst. Rech. Sahar.* **20** : 79-121.

Schiffers H. (1970) Expedition Uweinat. *Bild der Wissenschaft* **1970** : 582-592.

Schiffers H. (ed.) (1971-1973) Die Sahara und ihre Randgebiete. Darstellung eines Naturgrosraumes in drei Bänden. *IFO-Inst. Wirtschaftsfor. München* **60, 61, 62**.

Schulz E. (1979) Zur Flora und Vegetation der Randgebiete des Murzuk-Beckens (Fezzan-Libyen und Nord-Niger). *Willdenowia* **9** : 239-259.

Sheded M. (1998) Vegetation pattern along an edaphic and climatic gradient in the Southern Eastern Desert of Egypt. *Feddes Repert.* **109** : 329-335.

Simons P. (1973) in Schiffers H. (ed.), Die Sahara und ihre Randgebiete **III**, 8. Uweinat, ein Insel-Gebirge am "Grenzkreuz" : 423-429. — La figure 141 p. 425 représente la localisation des principaux types de végétation que nous avons reconnus au Jebel Uweinat. Elle est basée sur une *première esquisse* que nous avions réalisée sur le terrain en 1969. Cette figure est incomplète et contient diverses erreurs ; il est préférable de ne pas en tenir compte (J. L.).

White F. (1983) The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the Unesco, AETFAT, UNSO vegetation map of Africa. *Nat. Resourc. Research* **20** : 1-356 ; traduction française par P. Bamps (1986) ; commentaires par J. Léonard. *Taxon* **33** : 549-551 (1984).

Wickens G. (1975) Changes in the climate and vegetation of the Sudan since 20.000 B.P. *Boissiera* **24** : 43-65.

Wickens G. (1977) Some of the phytogeographical problems associated with Egypt. *Publ. Cairo Univ. Herb.* **7-8** : 223-230.

Wickens G. (1998) Ecophysiology of Economic Plants in Arid and Semi-Arid Lands. Springer : 1-343.

Zahran M. & Willis A. (1992) The Vegetation of Egypt. Chapman & Hall : 1-424.

Zohary M. (1973) Geobotanical Foundations of the Middle East. *Geobot. Select.* **3**, I-II : I-XI, 1-739.

Tableau 24. Tableau analytique de la végétation de basses altitudes à *Fagonia indica* var. *indica* et *Aerva javanica* var. *bovei* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de grès

Table 24. Analytical association table of the Fagonia indica *var.* indica *and* Aerva javanica *var.* bovei *vegetation at low altitude in gorges and on flat grounds covered with blocks of sandstone*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)																														Présence sur 28	Valeur de recouvrement	
			Numéros des relevés	13	17	19	20	22	24	26	29	31	34	42	47	48	49	50	51	69	122	125	128	129	131	133	149	157	179	180	181			
			Altitude (m)	670-690	640-710	675	660-770	680-720	800	680-710	680-710	910	680-750	960-980	740-750	660	610-700	600	620	720	720-800	650-700	660	680-750	760	650-700	790-800	800	850-890	900-1000	1000-1100			
			Surface des relevés (m)	30 × 300	20 × 300	20 × 30	10 × 300	50 × 300	30 × 500	30 × 500	30 × 300	20 × 20	20 × 300	10 × 100	100 × 500	30 × 500	50 × 300	20 × 500	20 × 300	30 × 500	10 × 500	20 × 500	30 × 500	30 × 500	20 × 100	30 × 500	20 × 50	30 × 100	20 × 500	10 × 100	10 × 100			
			Recouvrement total (%)	30-40	15	5	20	30	25	30	20	10	15	20	25	20	10	15	15	25	15	30	40	40	40	30	40	25	50	40	5			
			Nombre des espèces	23	11	5	15	21	22	22	19	15	15	4	8	20	16	10	21	11	11	18	16	15	7	17	5	8	12	14	3			
			Strate prostrée																															
			Recouvrement (%)	10			5	5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5			5	< 5	< 5	5	< 5		< 5	< 5	5		< 5		< 5	< 5	5				
			Strate inférieure																															
			Recouvrement (%)	30	10	5	10	25	15	10	10	10	10	15	25	15	10	5	10	20	15	10	10	25	40	20	40	25	50	30	5			
			Hauteur (cm)	10-40	10-50	10-30	15-40	10-40	10-50	10-40	10-40	30-60	10-50	20-40	10-60	10-40	10-20	10-40	10-40	10-60	10-40	10-60	20-50	30-60	10-20	10-50	30-50	20-30	10-50	10-40	20			
			Strate moyenne																															
			Recouvrement (%)	1	5	1	15	10	5	25	10	1	10	-	1	2	< 5	< 5	< 5	5	5	25	15	10	5	10		-		< 5				
			Hauteur (cm)	70-100	70-100	50	60-80	100	100-150	50-100	100-150	100	80-100	-	100	60	40-60	50-100	100	70-100	60	60-100	60-100	100	60	60-100				60				
			Strate ligneuse inférieure																															
			Recouvrement (%)	-	4	-	-	< 5	< 5	< 5	10			< 5		5	< 5	10	5				15	5	< 5	10				< 5				
			Hauteur (m)	-	3-4	-	-	4-5	3-4	3	3-4			4		3-4	2	4	3				3-5	3	2	4				4				
			Strate ligneuse supérieure																															
			Recouvrement (%)	1	5		< 5	10	10	5	5	< 5	5	-	< 5	< 5	5	< 5	< 5		5	5	< 5	5	5	5				5	< 5			
			Hauteur (m)	8	[illegible]		4	8-10	6-7	5-6	6-7	4-5	5-6		8	7	6-8	6	6		6	4-8	6	6-8	5	6				6	5			
			Strate prostrée																															
Pal-Tc	H g	58	Citrullus colocynthis	2.1	-	-	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+.1	-	-	1 1	+ 1	-	+ 1	+ 1	-	1 1	-	+ 1		+ 1						15	75	Ci
Pal	Th p	78	Boerhavia diandra	1 1			+ 1		+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1			+.1	+.1	-	+.1	+ 1	-									+ 1		12	12	Bo
SS-SM-IT	Th p	41	Euphorbia granulata	+ 1			+ 1	+ 1		+ 1		+ 1			-		-	-				+ 1							+ 1	+ 1		8	2	Eu
Pal	Ch p	16	Corchorus depressus				+ 1	+ 1	+ 1				+ 1	-		+.1	-	1 2	1.2		-	-										7	19	Co
Pan	H p	8	Boerhavia coccinea	+ 1											-		-	-								+ 1		+ 1	+ 1			4	1	Bo
SS-Sa	Ch p	9	Indigofera sessiliflora	+ 1										-		+ 1			+ 1					+ 1								4	1	In
SS-Sa-I	Ch r	9	Convolvulus prostratus	+ 1										-				-		-			1 1	1 1								3	18	Co
Pal	Th p	15	Lotononis platycarpa					+ 1							-		-	-	-	-									+ 1	1 1		3	9	Lo
SS-Sa-SM	Th p	4	Limeum obovatum	+ 1											-	+ 1			-	-	-			+ 1								3	1	Li
SS-SM	Th e	10	Polycarpaea robbairea						+ 1	+ 1			+ 1		-		-	-	-	-	-											3	1	Po
SNS	Th p	7	Astragalus vogelii subsp. vogelii	+ 1									+ 1		-	-	-			-	-											2	0.7	As
SA	Ch p	5	Convolvulus austroaegyptiacus								-	-						-	-	-	-		+ 1	+ 1								2	0.7	Co
SS-KN	Th e	10	Indigofera disjuncta var. disjuncta										-			+ 1	-	-	+.1	-												2	0.7	In
SS-Sa-SM	Th e	6	Crypsis vaginiflora								+ 2	-			-	-																1	0.3	Cr
SS-SM	Pl p	33	Tribulus cf. pentandrus var. pentandrus	+ 1										-	-					-												1	0.3	Tr
			Strate inférieure																															
SS-SM-I	Pl s	132	Fagonia indica var. indica	2 1	+ 1	+ 1	+ 1	+.1	1 1	+ 1	+ 1	+ 1	1 1	-	1 1	2 1	2.1	+ 1	1 1	2.1	1 1	+ 1	1 1	2 1	3 1	2 1	3 1	2 1	3 1	2 1	1 1	27	896	Fa
SS-Sa-SM	Ch ph	127	Aerva javanica var. bovei	2 1	2 1	+ 1	1.1	2.1	1.1	1 1	2 1	1 1	1 1	2 1	2 1	2 1	2.1	1 1	2 1	1 1	1.1	1 1	1 1	1 1		1 1	1 1	+ 1	2 1	2 1		26	706	Ae
SS-Sa	Ch s	64	Crotalaria thebaica	2 1	+ 1	+ 1	+ 1	+.1	+ 1	+ 1	-	1 1	+ 1	-	-	+.1	+.1	+ 1	1 1	1 1	1 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1	1 1	1 1		23	112	Cr
Pal	Pl s	69	Pulicaria incisa	2 1		+ 1	1 1	+.1	1 1	1 1	+ 1		1 1			-	+ 1		+ 1		+ 1	+ 1	+ 1			1 1			1 1	2 1	1 1	17	172	Pu
SS-Sa	Pl s	44	Morettia philaeana	2 1				+.1	+ 1	+ 1	+ 1					-		-		1 1	+ 1	+.1	1 1	1 1		+ 1	+ 1	1 1	+ 1	1 1		15	101	Mo
SNS	Ch s	92	Cleome chrysantha	-	+ 1		+ 1	+.1	+ 1	+ 1	+ 1			+ 1	+ 1	1 1	1.1		1.1		-		+ 1			1 1			+ 1			14	89	Cl
SS-Sa-SM	Th e	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	+ 1				1.1	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1	-	-	+.1					+ 1			+ 1	+.1	+ 1			+ 1	1 1		13	21	Ar
SS-Sa-SM	Ch s	40	Senna italica subsp. italica	1 1				+.1	+ 1		+ 1			-	-	2.1	-	1 1	1 1			+ 1	+ 1	1 1	1 1				+ 1			12	100	Se
SS-SM	Pl s	50	Forsskaolea tenacissima	+ 1				+.1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		1 1			+ 1	-	+ 1			+ 1	+ 1			+ 1						12	12	Fo
S	Pl s	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	1 1	+ 1		+ 1			+ 1					+ 1	+ 1	-	-	1 1									1 1	1 1	1 1		10	46	St
SS-Sa-SM	Pl s	66	Heliotropium bacciferum		+ 1		1 1		+ 1	+ 1		1 1				-	+ 1		+ 1	-	+ 1					+ 1				1 1		10	29	He
SS	Ch s	60	Cleome droserifolia								+ 1	+ 1	+ 1	-	+ 1				+ 1	-	+ 1	+ 1	+ 1			+ 1						9	3	Cl
Pal	Pl s	35	Francoeuria undulata	-						+ 1	+ 1	+ 1	+ 1			+ 1		-		-	+ 1	+ 1	+ 1									8	2	Fr
SS-Sa-SM	Th e	7	Aristida funiculata										-	-		1 1	+ 1	1 1	1.1			-	-									4	27	Ar
SS-Sa-SM	Pl s	9	Farsetia stylosa							-			-			-	-		-	+.1	-	-	-				+ 1	1 1				3	9	Fa
SS	Pl s	23	Fagonia arabica var. arabica										+ 1	-		-		-		+.1	-		-					+ 1				3	1	Fa
S	Pl s	11	Fagonia thebaica						+ 1			+ 1		-	+ 1	-		-		-	-											3	1	Fa
S	Pl s	11	Stipagrostis rigidifolia	-													-	-		1 1	-											1	8	St
SS-SM	Th e	4	Anticharis glandulosa											-		-	-	-	-	-		+ 1										1	0.3	An
Pan	Th e	3	Aristida adscensionis	+ 1										-			-		-	-				-								1	0.3	Ar
S	Pl s	4	Atractylis aristata							(+ 1)						-	-		-	-	-			-								1	0.3	At
SS-SM	Pl s	3	Fagonia bruguierei var. bruguierei	+ 1										-		-		-	-	-		-										1	0.3	Fa
SNS	Pl s	38	Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora															-			-	-					+ 1					1	0.3	St
			Strate moyenne																															
SS-Sa-SM	Ch g	57	Panicum turgidum	+ 1	+ 1	+ 1	2 1	1 1	+ 1	2 1	2 1	+ 1	2 1			+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	1 1	2 1	2 1	1 1	+ 1	1 1				+ 1		22	361	Pa
SS-Sa-SM	N Ph	74	Pergularia tomentosa		1.1		+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	-	+ 1	-		+ 1	+ 1	+ 1	1 1	1 1	+ 1	-	+ 1				+ 1						14	30	Pe
Pal	Pl s	21	Trichodesma africanum				+ 1		+ 1	1 1	+ 1	+ 1				+ 1	+ 1		+ 1		-	1 1	+ 1			2 1						11	74	Tr
Pal-Tc	G r	8	Imperata cylindrica var. cylindrica					+ 1			2 2					-			-			1 2		1 2								4	71	Im
SS-Sa	Th e	22	Schouwia purpurea subsp. schimperi	+ 1				+ 1	+ 1		-				-		+ 1	-		-	-	-										4	1	Sc
Pal-Tc	Par	8	Cistanche phelypaea		+ 1			+ 2		+ 1							-	-		-		-										3	1	Ci
Pal	G r	2	Desmostachya bipinnata								1 1									-	-	+ 2										2	0.9	De
			Strate ligneuse inférieure																															
SS-Sa-SM	Mi Ph	39	Acacia ehrenbergiana		1 1			+ 1	+ 1	+ 1	2 2		-			1.2	+ 1	2 2	2 1				2 2	1 1	+ 1	2 1				+ 1		14	296	Ac
SS-Sa-SM	Mi Ph	50	Maerua crassifolia					+ 1	+ 1					+ 1					-													3	1	Ma
			Strate ligneuse supérieure																															
Pal	Mé Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	+ 1	1 1		+ 1	2 1	2 1	1 1	1 1	+ 1	1 1		+ 1	+ 1	2 1	+ 1	+ 1	-	1 1	1 1	+ 1	1 1	1 1	1 1				1 1	+ 1	22	298	Ac

Tableau 36. Tableau analytique de la végétation de transition de moyennes altitudes des gorges dans le grès

Table 36. Analytical association table of the transition vegetation growing in gorges at middle altitude on sandstone

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)																								Présence sur 22	Valeur de recouvrement	
			Numéros des relevés	25	52	53	54	56	62	80	81	82	83	85	91	139	142	143	199	200	204	205	206	207	209			
			Altitude (m)	990-1070	750-850	850-900	900-1000	1000-1100	1130	1200-1300	1300-1400	1300-1500	1500-1600	1350	1200-1300	1320-1350	1330-1370	900	1100-1200	1200-1225	1300-1400	1400-1450	1450-1550	1400-1450	1400			
			Surface des relevés (m)	30 × 500	20 × 100	30 × 500	30 × 200	30 × 100	10 × 100	10 × 500	10 × 500	30 × 500	10 × 500	300 × 300	30 × 500	10 × 100	10 × 100	10 × 500	10 × 500	10 × 500	10 × 500	10 × 300	10 × 300	10 × 500	30 × 300			
			Recouvrement total (%)	20	15	15	15	15	10	15	5	25	5	50	25	20	20	20	40	10	20	5	10	40	40			
			Nombre des espèces	17	12	12	12	15	5	8	6	10	3	11	10	7	6	12	17	8	8	8	7	12	8			
			Strate prostrée																									
			Recouvrement (%)	-	-	-	< 5	< 5	-	-	< 5	-	-	< 5	< 5	-	-	-	< 5	-	-	-	< 5	< 5	-			
			Strate inférieure																									
			Recouvrement (%)	10	10	15	15	15	10	10	5	25	5	35	20	20	20	15	40	10	20	5	10	30	30			
			Hauteur (cm)	10-40	20-40	20-40	20-40	10-40	20-60	20-40	30-60	10-50	10-20	10-50	20-60	10-30	10-30	10-40	30-60	40-60	10-50	10-40	10-40	30-60	10-40			
			Strate moyenne																									
			Recouvrement (%)	5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	5	-	< 5	-	< 5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	< 5			
			Hauteur (cm)	60	100	60	60-100	60-100	-	100	-	100	-	80	100	60	60	60	100	-	-	-	-	-	100			
			Strate ligneuse inférieure																									
			Recouvrement (%)	5	< 5	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	< 5			
			Hauteur (m)	2-4	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	-	-	-	-	-	3			
			Strate ligneuse supérieure																									
			Recouvrement (%)	5	< 5	5	< 5	5	< 5	5	< 5	5	-	10	5	-	-	5	5	< 5	-	< 5	5	5	5			
			Hauteur (m)	5-6	5-8	5-8	8	4-6	3-5	2-3	3	3-5	-	6-8	4	-	-	6	3-4	1	-	3	2-4	2-6	4-6			
			Strate prostrée																									
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra	-	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	+.1	-	5	2	Bo
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,9	Ci
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,9	Eu
SS	Th.é	6	Eragrostis ciliaris var. brachystachya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.2	-	-	1	0,4	Er
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	1	0,4	Lo
SS-SM	Pl.p	9	Tribulus bimucronatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Tr
			Strate inférieure																									
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	+.1	2.1	-	2.1	2.1	1.1	1.1	1.1	2.1	+.1	1.1	+.1	+.1	1.1	-	20	456	Fa
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	2.1	2.1	2.1	1.1	1.1	1.1	+.1	2.1	+.1	-	1.1	+.1	1.1	1.1	2.1	+.1	+.1	+.1	-	+.1	-	19	423	Ae
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	+.1	-	-	-	2.1	+.1	2.1	1.1	+.1	2.1	+.1	1.1	1.1	2.1	1.1	2.1	18	434	He
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	-	+.1	+.1	2.1	+.1	-	1.1	-	-	+.1	1.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	-	17	130	Fo
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	1.1	-	-	-	+.1	-	+.1	-	+.1	-	2.1	-	-	-	1.1	2.1	1.1	+.1	+.1	+.1	2.1	2.1	13	309	Pu
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	+.1	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	1.1	-	-	-	+.1	1.1	-	+.1	+.1	1.1	1.1	1.1	10	59	Ar
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	+.1	-	9	26	Fa
SS-Sa	Th.é	22	Schouwia purpurea subsp. schimperi	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	-	-	1.1	+.1	-	-	-	1.1	-	6	35	Sc
SA	Ch.s	13	Hyoscyamus muticus	-	-	-	-	+.1	+.1	-	+.1	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	Hy
S	Ch.s	21	Lavandula antineae	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	La
SS	Ch.s	60	Cleome droserifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	+.1	-	1.1	1.1	-	-	-	4	23	Cl
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	4	23	Cr
SS-MS	Ch.s	10	Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	3	1	Ki
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	-	-	-	-	2	11	Se
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11	St
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	+.1	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,9	Cl
SS	Ch.s	13	Salvia aegyptiaca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1	11	Sa
SS-Sa-SM	Th.é	7	Aristida funiculata	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Ar
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Fr
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Mo
Pan	-	1	Podaxis pistillaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Po
			Strate moyenne																									
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	+.1	+.1	-	+.1	+.1	-	1.1	-	+.1	-	-	1.1	+.1	+.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	10	37	Pe
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	+.1	-	+.1	-	+.1	-	-	-	-	-	+.1	-	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	8	3	Pa
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	-	1.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	5	35	Tr
			Strate ligneuse inférieure																									
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	+.2	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	+.1	4	1	Ac
SS-SM	N.Ph	19	Ochradenus baccatus	+.1	-	+.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,9	Oc
			Strate ligneuse supérieure																									
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	1.1	+.1	1.1	+.1	1.1	+.1	+.1	-	-	-	1.1	+.1	-	-	1.1	1.1	+.1	-	-	-	1.1	1.1	14	93	Ac
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	-	+.1	+.1	-	+.1	1.1	1.1	+.1	1.1	-	1.1	+.1	-	-	-	1.1	-	-	+.1	1.1	+.1	1.1	14	82	Ma
SS-SM	Mi.Ph	3	Tamarix arborea	+.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4	Ta

J. Léonard,
Flore et végétation du Jebel Uweinat 6, tableau 45 (hors-texte)
Scripta Bot. Belg. **21** (2001)

Tableau 45. Tableau analytique de la végétation des pâturages à *Stipagrostis* et *Fagonia arabica* var. *arabica* sur gravillon gréseux dans les zones d'épandage de piedmont

Table 45. Analytical association table of the vegetation of the Stipagrostis *and* Fagonia arabica *var.* arabica *grazing-grounds growing on fine sandstone gravel in spreading plains*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)	Numéros des relevés	27	28	33	64	65	66	68	71	73	74	144	147	148	150	151	152	153	154	155	156	158	Présence sur 21	Valeur de recouvrement	
			Altitude (m)	600	660	840	780	740	750	720-740	740	660	680	840	880	850	800	820	800	800	780	800	750	680			
			Surface des relevés (m)	100 × 100	3 × 100	10 × 25	20 × 200	20 × 200	50 × 500	30 × 500	30 × 500	20 × 500	10 × 20	20 × 300	20 × 50	20 × 50	20 × 50	30 × 50	30 × 50	30 × 50	30 × 100	30 × 100	30 × 200	10 × 25			
			Recouvrement total (%)	15	40	25	25	20	30	40	40	20	10	40	30	30	30	30	30	50	40	50	60	20			
			Nombre des espèces	3	3	7	8	4	8	9	10	6	3	6	2	4	3	3	4	6	4	4	8	3			
			Strate prostrée																								
			Recouvrement (%)	-	-	< 5	-	-	-	-	< 5	5	-	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Strate inférieure																								
			Recouvrement (%)	15	40	25	25	20	25	40	40	15	10-30	40	30	30	30	30	30	50	40	50	60	5			
			Hauteur (cm)	5-20	10-30	20-30	10-30	10-30	10-30	10-40	10-60	10-30	10	30-50	30	30-40	30-50	30-40	30-40	30-40	40	40-60	30-50	20-40			
			Strate moyenne																								
			Recouvrement (%)	-	-	-	-	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	< 5	< 5	< 5	-	< 5	< 5	-	-	< 5	20			
			Hauteur (cm)	-	-	-	-	60	60	50-60	60-100	100	-	-	40	50	100	-	50	100	-	-	60	50			
			Strate ligneuse																								
			Recouvrement (%)	-	-	-	< 5	-	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 5	-			
			Hauteur (m)	-	-	-	8-10	-	6	3	2,50	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-			
			Strate prostrée																								
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	-	+.1	-	-	-	-	+.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	13	Ci
SS-IT	Pl.p	17	Tribulus macropterus var. macropterus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,5	Tr
			Strate inférieure																								
SNS	Pl.c	26	Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	-	-	2.1	+.1	2.1	+.1	-	1.1	-	-	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.1	3.1	1.1	3.1	3.1	-	15	1667	St
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica	-	-	2.1	-	-	3.1	3.1	3.1	-	-	2.1	-	1.1	-	1.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	+.1	13	1595	Fa
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	-	1.1	+.1	1.1	1.1	+.1	-	-	1.1	-	-	-	1.1	-	1.1	-	13	251	Fa
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	1.1	-	1.1	+.1	-	+.1	+.1	+.1	-	+.1	+.1	-	-	-	+.1	+.1	1.1	-	+.1	+.1	-	13	40	Mo
S	Pl.c	11	Stipagrostis rigidifolia	2.1	3.1	-	2.1	+.1	1.1	1.1	1.1	2.1	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	10	512	St
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	+.1	+.1	2.1	-	1.1	+.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-	9	121	Cr
SS-Sa-SM	Pl.s	9	Farsetia stylosa	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	1.1	-	5	96	Fa
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	-	-	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	He
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,5	Se
			Strate moyenne																								
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	-	-	-	-	-	+.1	+.1	+.1	-	-	-	+.1	-	+.1	-	+.1	+.1	-	-	+.1	2.1	9	75	Ae
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	-	-	-	-	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	14	Pa
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	+.1	-	2	1	Pe
			Strate ligneuse																								
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	-	-	-	+.1	-	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	6	3	Ac

Tableau 52. Tableau synthétique général, avec les valeurs de recouvrement, des 8 types de végétation de la partie gréseuse du Jebel Uweinat

Table 52. General synthetical association table, with cover values, of the 8 types of vegetation of Jebel Uweinat growing on sandstone

	Coefficients de présence totale (PT)	Pergulario-Pulicarietea					Lavanduletea antineae	Classe à définir	
		1 Acacia Panicum	2 Fagonia Aerva	3 Citrullus Crotalaria	4 Atractylis	5 Transition	6 Lavandula Ochradenus	7 Stipagrostis Fagonia	8 Stipagrostis Morettia
Nombre des relevés		11	28	5	6	22	9	21	12
Nombre total des espèces		25	48	8	23	35	29	15	4
Panicum turgidum	57	2813	361	2	666	3	-	14	-
Acacia tortilis sensu lato	110	1389	298	2	130	93	62	3	-
Acacia ehrenbergiana	39	729	296	2	128	1	1	-	-
Citrullus colocynthis	58	252	75	2150	1	0,9	-	13	-
Crotalaria thebaica	64	139	112	1500	128	23	-	121	-
Indigofera sessiliflora	9	25	1	-	-	-	-	-	-
Convolvulus cancerianus	1	0,9	-	-	-	-	-	-	-
Fagonia indica var. indica	132	208	896	2	46	26	30	251	0,8
Aerva javanica var. bovei	127	50	706	-	546	423	31	75	-
Morettia philaeana	44	45	101	-	-	0,4	-	40	45
Senna italica subsp. italica	43	93	100	6	-	11	-	0,5	-
Trichodesma africanum	21	-	74	-	41	35	-	-	-
Aristida funiculata	7	-	27	-	-	0,4	2	-	-
Corchorus depressus	16	-	19	-	-	-	-	-	-
Convolvulus prostratus	7	3	18	-	-	-	-	-	-
Boerhavia diandra	28	-	12	-	5	2	3	-	-
Cistanche phelypaea	8	-	1	-	-	-	-	-	-
Limeum obovatum	4	0,9	1	-	-	-	-	-	-
Desmostachya bipinnata	2	-	0,9	-	-	-	-	-	-
Astragalus vogelii subsp. vogelii	7	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Convolvulus austroaegyptiacus	3	0,9	0,7	-	-	-	-	-	-
Fagonia bruguierei var. bruguierei	1	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Atractylis aristata	8	-	0,3	-	835	-	-	-	-
Fagonia thebaica	71	0,9	1	-	791	456	281	-	-
Heliotropium bacciferum	66	24	29	-	586	434	335	1	-
Forsskaolea tenacissima	70	-	12	-	46	130	6	-	-
Maerua crassifolia	50	23	1	-	3	82	56	-	-
Aristida mutabilis subsp. mutabilis	61	2	21	-	-	59	3	-	-
Schouwia purpurea subsp. schimperi	22	24	1	-	-	35	2	-	-
Podaxis pistillaris	1	-	-	-	-	0,4	-	-	-
Tamarix arborea	3	-	-	-	-	0,4	-	-	-
Lavandula antineae	21	-	-	-	-	2	2000	-	-
Ochradenus baccatus	19	-	-	-	46	0,9	446	-	-
Pulicaria incisa	69	48	172	-	3	309	364	-	-
Francoeuria undulata	30	0,9	2	-	88	0,4	225	-	-
Helianthemum lippii var. lippii	3	-	-	-	-	-	222	-	-
Salvia aegyptiaca	13	0,9	-	-	125	11	167	-	-
Monsonia nivea	6	-	-	-	5	-	55	-	-
Lotononis platycarpa	18	-	9	-	-	0,4	30	-	-
Hyoscyamus muticus	13	-	-	-	-	2	27	-	-
Cleome amblyocarpa	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	10	-	-	-	-	1	2	-	-
Centropodia forskalii subsp. forskalii	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Cocculus pendulus	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Stipagrostis acutiflora subsp. acutiflora	26	0,9	0,3	[illegible]06	-	-	-	1667	1397
Fagonia arabica var. arabica	23	-	1	-	43	-	-	1595	2
Stipagrostis rigidifolia	11	-	8	-	-	-	-	512	-
Farsetia stylosa	9	-	9	-	-	-	-	96	-
Transgressives de la végétation à Eragrostis-Crypsis									
Polycarpaea robbairea	10	-	1	-	-	-	1	-	-
Eragrostis ciliaris var. brachystachya	6	-	-	-	-	0,4	-	-	-
Aristida adscensionis	2	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Crypsis vaginiflora	6	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Transgressive de la végétation des bords des eaux permanentes									
Imperata cylindrica var. cylindrica	8	-	71	-	-	-	-	-	-
Transgressives de la végétation sur granite et sur gneiss									
Cleome chrysantha	92	-	39	-	-	0,9	-	-	-
Cleome droserifolia	60	-	3	-	-	23	-	-	-
Boerhavia coccinea	28	-	1	-	-	-	-	-	-
Indigofera disjuncta var. disjuncta	10	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Tribulus macropterus var. macropterus	17	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Tribulus bimucronatus	9	-	-	-	-	0,4	-	-	-
Anticharis glandulosa	4	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Tribulus cf. pentandrus var. pentandrus	33	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Compagnes									
Pergularia tomentosa	74	45	30	-	50	37	2	1	-
Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	39	3	46	-	46	11	2	-	-
Euphorbia granulata	40	-	2	-	3	0,9	1	-	-

J. Léonard,
Flore et végétation du Jebel Uweinat 6, tableau 54 (hors-texte)
Scripta Bot. Belg. **21** (2001)

Tableau 54. Tableau analytique de la végétation à *Cleome droserifolia* et *Fagonia thebaica* dans des gorges et sur des pierriers de blocs de granite et/ou de gneiss

Table 54. Analytical association table of the Cleome droserifolia *and* Fagonia thebaica *vegetation in gorges and on flat grounds covered with blocks of granite and/or of gneiss*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)																														Présence sur 28	Valeur de recouvrement	
			Numéros des relevés	39	40	41	43	44	45	46	76	77	78	79	92	106	107	108	109	115	117	162	163	165	166	169	182	185	192	202	203			
			Altitude (m)	750-850	900-1000	1125-1000	935-1100	900-800	820-800	780	750-850	850-950	1000-1100	1100-1200	1200-1100	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	700-800	800-900	650-700	650-700	675-725	720-800	650-660	740-820	710-760	1050-1150	1150-1200	1200-1300			
			Surface des relevés (m)	30 × 500	30 × 500	10 × 50	10 × 1000	20 × 500	50 × 100	30 × 100	20 × 500	20 × 500	20 × 500	10 × 500	30 × 500	30 × 500	30 × 500	10 × 500	5 × 500	30 × 500	10 × 500	10 × 300	20 × 200	20 × 200	20 × 200	20 × 250	10 × 500	10 × 500	4 × 300	20 × 500	20 × 500			
			Recouvrement total (%)	20	15	10	20	20	30	30	40	20	10	5	20	30	20	15	15	30	20	30	30	30	30	15	20	40	40	40	30			
			Nombre des espèces	10	9	2	9	9	9	7	17	14	9	4	12	12	9	5	3	10	11	7	4	5	7	3	10	7	15	14	11			
			Strate prostrée																															
			Recouvrement (%)	-	-	-	< 5	-	-	-	< 5	< 5	-	-	-	-	-	-	-	< 5	< 5	5	-	5	-	-	< 5	-	< 5	< 5	-			
			Strate inférieure																															
			Recouvrement (%)	20	15	10	20	20	20	30	40	20	10	5	20	30	15	15	15	30	20	30	30	20	30	15	20	40	40	40	30			
			Hauteur (cm)	20-60	20-60	40-50	20-50	20-50	20-50	30-60	20-70	20-60	20-60	40-60	20-40	20-60	20-50	40	40	20-60	20-60	20-60	20-60	20-50	20-50	20-60	10-40	20-60	10-40	10-50	10-50			
			Strate moyenne																															
			Recouvrement (%)	5	< 5	-	< 5	< 5	< 5	-	5	< 5	< 5	< 5	5	5	< 5	-	-	< 5	< 5	-	-	< 5	< 5	-	-	-	< 5	5	< 5			
			Hauteur (cm)	100	100	-	70	100	100	-	100	100	100	100	100	100	100	-	-	100	100	-	-	60	100	-	-	-	60	70	60-80			
			Strate ligneuse inférieure																															
			Recouvrement (%)	< 5	-	-	10	5	15	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	5	< 5	5	5	-	-	-	-	-	< 5	-	-	< 5	-	< 5	< 5			
			Hauteur (m)	3	-	-	4	4	3-4	4	4	4	4	2	-	4-5	2	3	3	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	1	1			
			Strate ligneuse supérieure																															
			Recouvrement (%)	5	< 5	-	< 5	< 5	< 5	< 5	5	10	5	-	5	< 5	5	-	-	5	-	< 5	< 5	-	-	-	-	-	5	< 5	< 5			
			Hauteur (m)	6	3	-	5	5	5	8	6-10	6-8	6	-	4-6	6-8	3-4	-	-	10	-	5-6	8	-	-	-	-	-	4-6	6	4-5			
			Strate prostrée																															
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	-	-	-	+.1	-	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-	+.1	-	-	6	2	Eu
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9	Ci
Pal	Ch.p	16	Corchorus depressus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	2	9	Co
Pan	H.p	28	Boerhavia coccinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	+.1	-	2	0,7	Bo
SS-SM	Pl.p	8	Tribulus parvispinus var. intermedius	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3	Tr
			Strate inférieure																															
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.1	+.1	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	2.1	2.1	2.1	2.1	+.1	+.1	2.1	2.1	1.1	+.1	28	921	Ae
SS	Ch.s	60	Cleome droserifolia	2.1	1.1	2.1	+.1	1.1	1.1	3.1	2.1	2.1	-	-	+.1	1.1	1.1	-	-	2.1	1.1	2.1	2.1	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	24	983	Cl
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	+.1	+.1	-	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	+.1	+.1	-	-	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	1.1	+.1	-	-	21	33	Cl
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	2.1	2.1	-	2.1	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1	2.1	1.1	2.1	1.1	1.1	2.1	2.1	-	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	2.1	2.1	2.1	20	652	Fa
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	+.1	+.1	-	-	+.1	+.1	-	1.1	1.1	1.1	-	1.1	+.1	1.1	+.1	-	1.1	+.1	-	-	-	-	-	2.1	1.1	1.1	2.1	1.1	18	190	Fo
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	+.1	+.1	-	+.1	+.1	-	+.1	+.1	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	1.1	1.1	+.1	+.1	-	14	22	Fa
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-	2.1	1.1	+.1	-	-	-	-	+.1	+.1	1.1	1.1	+.1	10	82	Pu
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	-	+.1	-	-	-	-	-	+.1	+.1	-	-	+.1	+.1	-	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	1.1	1.1	1.1	10	29	He
SA	Ch.s	13	Hyoscyamus muticus	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	+.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	27	Hy
SS-MS	Ch.s	10	Kickxia aegyptiaca subsp. aegyptiaca	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	+.1	5	2	Ki
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	3	10	Ar
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	2	9	Tr
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	2	0,7	Mo
Pal-Tc	Par	8	Cistanche phelypaea	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3	Ci
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	1	0,3	Cr
Pal	Pl.s	30	Francoeuria undulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3	Fr
Pal-Tc	Th.é	2	Mollugo cerviana var. cerviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	1	0,3	Mo
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	1	0,3	Se
			Strate moyenne																															
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	1.1	+.1	-	+.1	+.1	+.1	-	1.1	+.1	+.1	+.1	1.1	1.1	+.1	-	-	+.1	+.1	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	+.1	+.1	18	41	Pe
SS-Sa	Th.é	22	Schouwia purpurea subsp. schimperi	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	1.1	+.1	4	10	Sc
			Strate ligneuse inférieure																															
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	+.1	-	-	2.1	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	1.1	+.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	+.1	-	-	+.1	-	+.1	+.1	17	102	Ma
Pal	Mi.Ph	3	Salvadora persica var. persica	-	-	-	-	-	2.1	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	54	Sa
			Strate ligneuse supérieure																															
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	1.1	+.1	-	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	1.1	-	-	1.1	+.1	-	-	-	1.1	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	15	57	Ac
Pal	Mi.Ph	8	Ficus cordata subsp. salicifolia	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.1	-	+.1	+.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	7	37	Fi

Tableau 59. Tableau analytique de la végétation à *Cleome chrysantha* sur gravillons granitiques et/ou gneissiques

Table 59. Analytical association table of the Cleome chrysantha *vegetation on granitic and/or on gneissic fine gravels*

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)	Numéros des relevés	37	38	63	75	94	96	97	100	102	103	104	105	110
			Altitude (m)	700	700	750-780	710-730	650-750	750	750-780	590	620-640	660	660	660-680	670
			Surface des relevés (m)	5 × 200	10 × 100	20 × 200	50 × 500	30 × 1000	10 × 10	20 × 25	20 × 25	30 × 200	30 × 500	300 × 300	30 × 200	10 × 100
			Recouvrement total (%)	15	20	20	40	40	40	30	40	50	20	30	40	15
			Nombre des espèces	13	14	12	19	17	5	7	5	13	6	10	10	4
			Strate prostrée													
			Recouvrement (%)	5	< 5	10	10	5	10	5	10	5	10	< 5	5	5
			Strate inférieure													
			Recouvrement (%)	10	20	15	25	30	30	30	30	40	15	30	30	15
			Hauteur (cm)	5-40	5-50	10-60	5-60	10-60	20-30	10-30	20-40	15-40	20-60	20-60	5-60	20-30
			Strate moyenne													
			Recouvrement (%)	< 5	< 5	-	< 5	< 5	-	-	-	< 5	-	< 5	< 5	-
			Hauteur (cm)	50	100	-	100	100	-	-	-	60	-	80	100	-
			Strate ligneuse inférieure													
			Recouvrement (%)	< 5	-	-	< 5	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-
			Hauteur (m)	2	-	-	1,5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse supérieure													
			Recouvrement (%)	< 5	< 5	-	< 5	< 5	-	-	-	-	-	5	5	-
			Hauteur (m)	5-6	5-6	-	8	4	-	-	-	-	-	6-8	3-10	-
			Strate prostrée													
SS-SM	Pl.p	33	Tribulus pentandrus var. pentandrus	-	-	-	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	-	+.1	-	+.1
Pan	H.p	28	Boerhavia coccinea	-	-	-	1.1	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	+.1	-	+.1	+.1	1.1	+.1	-	+.1	-	-	+.1	-
SS-IT	Pl.p	17	Tribulus macropterus var.macropterus	-	-	1.1	-	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	-	+.1	-	+.1
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	+.1	+.1	-	+.1	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-
SS-SM	Pl.p	8	Tribulus parvispinus var. intermedius	1.1	+.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa	1.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	2.1	-	+.1	-
Pal	Ch.p	16	Corchorus depressus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra	+.1	+.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Pl.p	-	Tribulus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-SM	Pl.p	9	Tribulus bimucronatus	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa	Ch.p	9	Indigofera sessiliflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate inférieure													
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	1.1	2.1	2.1	2.1	3.1	3.1	1.1	3.1	3.1	2.1	+.1	2.1	2.1
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	2.1	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	+.1
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	2.1	1.1	2.1	2.1	-	-	1.1	1.1	1.1	3.1	2.1	-
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	1.1	1.1	+.1	1.1	+.1	-	1.1	-	-	-	-	1.1	-
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	-	1.1	-	1.1	-	3.2	-	-	1.1	-	-	-
SS	Ch.s	60	Cleome droserifolia	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	+.1	-	-	-
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	-	+.1	1.1	+.1	+.1	-	-	-	1.1	-	+.1	-	-
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-
SS-KN	Th.é	10	Indigofera disjuncta var. disjuncta	1.1	2.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	-	-	-	-	+.1	-	-	-	+.1	-	-	-	-
Pal-Tc	Par	8	Cistanche phelypaea	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-SM	Th.é	4	Anticharis glandulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Ch.ph	2	Cullen plicatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pan	-	2	Schizostoma laceratum	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate moyenne													
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	+.1	+.1	-	1.1	+.1	-	-	-	+.1	-	+.1	+.1	-
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-
			Strate ligneuse inférieure													
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	+.1	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse supérieure													
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	+.1	+.1	-	1.1	+.1	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)	Numéros des relevés	111	112	113	114	118	160	161	164	167	168	171	172	173	174	175
			Altitude (m)	680	690	700	650-700	1000	700	700	650-670	700	660	670	660	660	670-700	650-660
			Surface des relevés (m)	10 × 100	10 × 10	30 × 500	20 × 500	10 × 10	10 × 1000	10 × 1000	20 × 200	20 × 100	20 × 100	10 × 100	20 × 100	20 × 100	20 × 200	20 × 500
			Recouvrement total (%)	30	10	40	40	10	10	20	30	20	10	15	30	20	15	20
			Nombre des espèces	10	5	9	12	2	3	13	4	6	3	5	9	4	4	7
			Strate prostrée															
			Recouvrement (%)	5	5	< 5	5	-	5	10	10	< 5	5	5	15	5	< 5	5
			Strate inférieure															
			Recouvrement (%)	30	10	40	40	10	-	10	20	20	10	15	15	15	15	20
			Hauteur (cm)	10-50	20	20-60	20-40	30	-	20-60	30-50	20-50	20	20-50	20-50	20	20-40	10-40
			Strate moyenne															
			Recouvrement (%)	< 5	-	< 5	< 5	-	-	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-
			Hauteur (cm)	60	-	80-100	100	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse inférieure															
			Recouvrement (%)	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
			Hauteur (m)	-	-	-	-	-	1-6	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse supérieure															
			Recouvrement (%)	-	-	< 5	5	-	-	< 5	-	< 5	-	-	-	-	-	-
			Hauteur (m)	-	-	6	8	-	-	6	-	4	-	-	-	-	-	-
			Strate prostrée															
SS-SM	Pl.p	33	Tribulus pentandrus var. pentandrus	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	1.1
Pan	H.p	28	Boerhavia coccinea	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-
SS-IT	Pl.p	17	Tribulus macropterus var.macropterus	+.1	+.1	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	+.1	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-
SS-SM	Pl.p	8	Tribulus parvispinus var. intermedius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	2.1	1.1	-	-
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+.1	-	-
Pal	Ch.p	16	Corchorus depressus	-	-	-	-	-	+.1	1.1	2.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Pl.p	-	Tribulus sp.	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-SM	Pl.p	9	Tribulus bimucronatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa	Ch.p	9	Indigofera sessiliflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate inférieure															
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	2.1	1.1	3.2	3.1	1.1	-	1.1	1.1	2.1	1.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	+.1	-	-	1.1	2.1
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	-	2.1	1.1	-	-	1.2	2.1	1.1	-	+.1	1.1	-	-	+.1
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	-	-	-	-	-	1.1	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-
SS	Ch.s	60	Cleome droserifolia	+.1	-	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1
SS-KN	Th.é	10	Indigofera disjuncta var. disjuncta	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pal-Tc	Par	8	Cistanche phelypaea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-SM	Th.é	4	Anticharis glandulosa	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Ch.ph	2	Cullen plicatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pan	-	2	Schizostoma laceratum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-
			Strate moyenne															
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	+.1	-	+.1	+.1	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse inférieure															
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
			Strate ligneuse supérieure															
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	-	-	+.1	1.1	-	-	+.1	-	+.1	-	-	-	-	-	-

Chorotypes	Types biologiques	Coefficients de présence totale (PT)	Numéros des relevés	176	177	178	183	184	187	188	189	190	191	193	194	196	Présence sur 41	Valeur de recouvrement
			Altitude (m)	700-720	690-720	720-800	670-680	680-700	700	710-740	640	640-700	700-775	670-730	650	620		
			Surface des relevés (m)	20 × 500	30 × 500	30 × 500	20 × 300	20 × 300	10 × 50	10 × 300	20 × 100	20 × 500	10 × 500	10 × 500	20 × 500	20 × 300		
			Recouvrement total (%)	30	40	30	30	40	40	30	25	30	10	40	15	10		
			Nombre des espèces	11	12	13	8	10	7	10	10	9	7	8	9	4		
			Strate prostrée															
			Recouvrement (%)	5	< 5	< 5	5	5	5	5	< 5	< 5	-	< 5	5	-		
			Strate inférieure															
			Recouvrement (%)	25	40	30	25	40	40	30	25	30	10	40	10	10		
			Hauteur (cm)	10-40	10-40	10-40	5-20	5-50	5-20	5-50	5-50	5-50	10-40	5-50	5-20	20-40		
			Strate moyenne															
			Recouvrement (%)	-	-	-	-	-	-	< 5	-	< 5	< 5	-	-	< 5		
			Hauteur (cm)	-	-	-	-	-	-	100	-	100	100	-	-	100		
			Strate ligneuse inférieure															
			Recouvrement (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Hauteur (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Strate ligneuse supérieure															
			Recouvrement (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 5	-		
			Hauteur (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-		
			Strate prostrée															
SS-SM	Pl.p	33	Tribulus pentandrus var. pentandrus	1.1	+.1	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	+.1	-	1.1	1.1	-	23	[illegible]
Pan	H.p	28	Boerhavia coccinea	+.1	-	-	1.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	-	+.1	1.1	-	15	[illegible]
Pal-Tc	H.p	58	Citrullus colocynthis	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	[illegible]
SS-IT	Pl.p	17	Tribulus macropterus var.macropterus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	[illegible]
SS-SM-IT	Th.p	40	Euphorbia granulata	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	[illegible]
SS-SM	Pl.p	8	Tribulus parvispinus var. intermedius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	[illegible]
Pal	Th.p	18	Lotononis platycarpa	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	[illegible]
Pal	Ch.p	16	Corchorus depressus	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	6	[illegible]
Pal	Th.p	28	Boerhavia diandra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	[illegible]
-	Pl.p	-	Tribulus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
SS-SM	Pl.p	9	Tribulus bimucronatus	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
SS-Sa	Ch.p	9	Indigofera sessiliflora	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	[illegible]
			Strate inférieure															
SNS	Ch.s	92	Cleome chrysantha	2.1	2.1	2.1	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	3.1	1.1	1.1	40	[illegible]
SS-SM-I	Pl.s	132	Fagonia indica var. indica	2.1	2.1	2.1	+.1	2.1	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	2.1	+.1	1.1	37	[illegible]
SS-Sa-SM	Ch.ph	127	Aerva javanica var. bovei	1.1	1.1	1.1	-	2.1	-	3.1	1.1	3.1	1.1	1.1	-	+.1	29	[illegible]
SS-Sa-SM	Pl.c	61	Aristida mutabilis subsp. mutabilis	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	-	+.1	1.1	-	19	[illegible]
SS-Sa-SM	Ch.s	43	Senna italica subsp. italica	-	+.1	-	-	+.1	-	-	2.1	+.1	-	+.1	+.1	-	13	[illegible]
SS	Ch.s	60	Cleome droserifolia	-	-	+.1	-	+.1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	[illegible]
Pal	Pl.s	69	Pulicaria incisa	+.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	[illegible]
SS-SM	Pl.s	70	Forsskaolea tenacissima	+.1	+.1	1.1	-	+.1	-	+.1	-	-	+.1	-	-	-	11	[illegible]
SS-KN	Th.é	10	Indigofera disjuncta var. disjuncta	-	-	-	2.1	1.1	3.1	+.1	-	-	-	+.1	-	-	9	[illegible]
S	Pl.c	39	Stipagrostis plumosa subsp. seminuda	1.1	1.1	+.1	-	-	+.1	-	+.1	-	+.1	-	+.1	-	9	[illegible]
SS-Sa	Ch.s	64	Crotalaria thebaica	-	+.1	+.1	-	-	-	+.1	1.1	-	-	-	+.1	-	6	[illegible]
SS-Sa	Pl.s	44	Morettia philaeana	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	[illegible]
SS-Sa-SM	Pl.s	66	Heliotropium bacciferum	-	-	+.1	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	4	[illegible]
Pal-Tc	Par	8	Cistanche phelypaea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
S	Pl.s	71	Fagonia thebaica	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
SS-SM	Th.é	4	Anticharis glandulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
SS	Pl.s	23	Fagonia arabica var. arabica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	[illegible]
SS-Sa-SM	Ch.ph	2	Cullen plicatum	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	-	1	[illegible]
Pan	-	2	Schizostoma laceratum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	[illegible]
Pal	Pl.s	21	Trichodesma africanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	[illegible]
			Strate moyenne															
SS-Sa-SM	N.Ph	74	Pergularia tomentosa	-	-	-	-	-	-	+.1	-	+.1	+.1	-	-	+.1	15	[illegible]
SS-Sa-SM	Ch.g	57	Panicum turgidum	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	-	-	-	3	[illegible]
			Strate ligneuse inférieure															
SS-Sa-SM	Mi.Ph	50	Maerua crassifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	[illegible]
SS-Sa-SM	Mi.Ph	39	Acacia ehrenbergiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	[illegible]
			Strate ligneuse supérieure															
Pal	Mé.Ph	110	Acacia tortilis sensu lato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.1	-	11	[illegible]

J. Léonard,
Flore et végétation du Jebel Uweinat 6, tableau 71 (hors-texte)
Scripta Bot. Belg. **21** (2001)

Tableau 71. Tableau comparatif des spectres chorologiques pondérés des 12 types de végétation du Jebel Uweinat (abstraction faite des 3 végétations dérivées)

Table 71. Comparative table between the weighted chorological spectra of the 12 types of vegetation of Jebel Uweinat (disregarding the 3 derived vegetations)

	Végétation hygrophile				Parties gréseuses						Parties granitiques et gneissiques	
	anthropo-nitrophile	Polypogon	Eragrostis Crypsis	eaux permanentes	Acacia Panicum	Fagonia Aerva	Atractylis	Transition	Lavandula Ochradenus	Stipagrostis Fagonia	Cleome Fagonia	Cleome chrysantha
Espèces saharo-sindiennes endémiques	12,50 %	2,48 %	44,74 %	-	0,14 %	2,84 %	42,26 %	22,88 %	58,03 %	86,04 %	51,60 %	41,57 %
Espèces de liaison birégionale	-	-	6,72 %	-	3,95 %	6,49 %	5,07 %	8,65 %	15,59 %	3,59 %	6,18 %	11,95 %
Espèces de liaison trirégionale	-	0,83 %	24,29 %	4,82 %	67,41 %	69,77 %	46,49 %	48,57 %	10,65 %	10,01 %	34,31 %	39,03 %
Espèces de liaison de l'Ancien Monde	37,50 %	1,65 %	4,33 %	45,21 %	28,50 %	20,83 %	6,18 %	19,86 %	15,72 %	0,36 %	7,88 %	6,65 %
Espèces de l'Ancien Monde et du Nouveau Monde	50,00 %	95,04 %	19,92 %	49,97 %	-	0,05 %	-	0,02 %	-	-	0,02 %	0,80 %

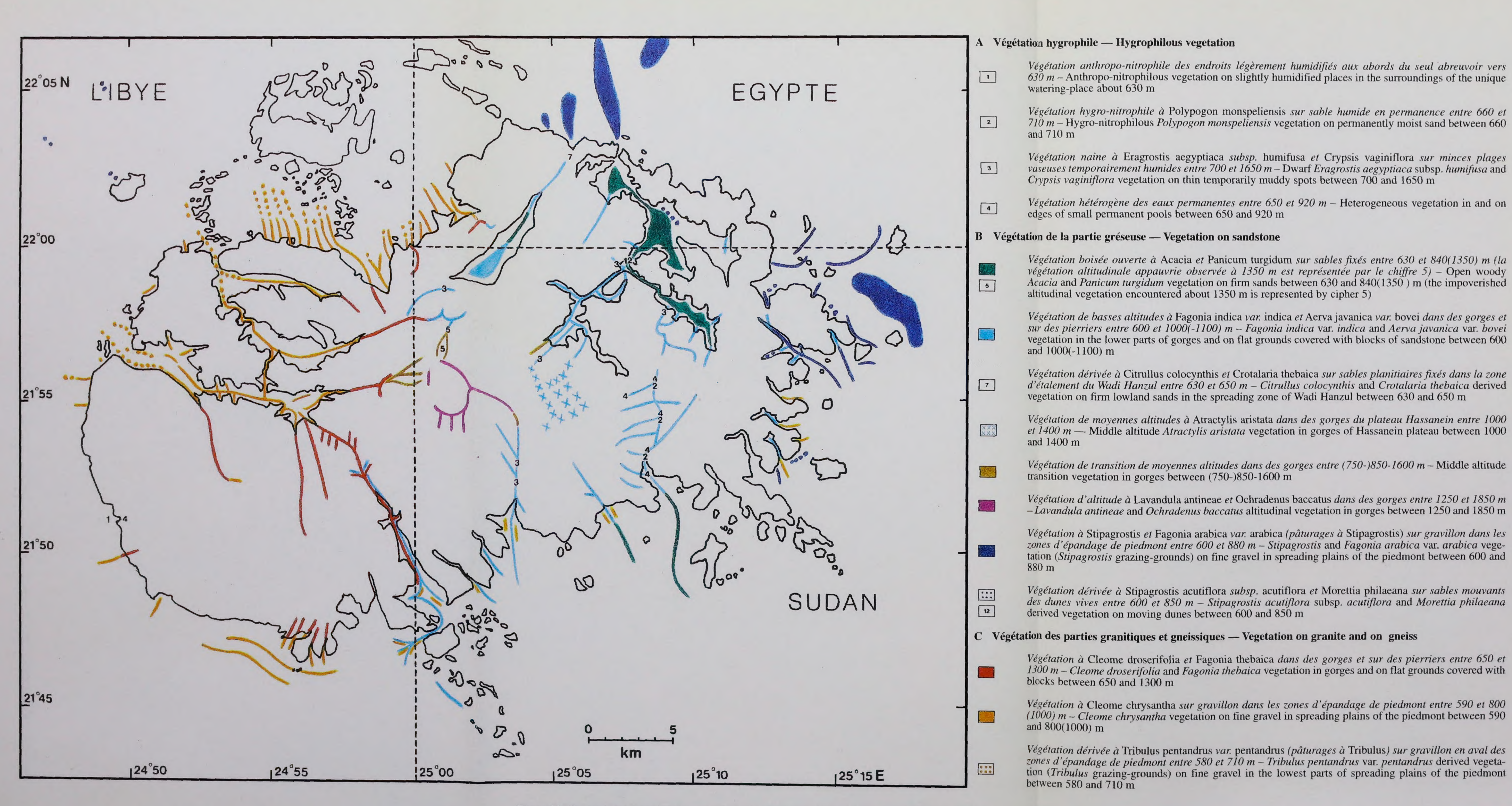


Figure 23. Carte schématique des divers types de végétation rencontrés dans le massif du Jebel Uweinat.
Figure 23. Outline map of the various vegetation types present in Jebel Uweinat.

J. Léonard

Flore et végétation du Jebel Uweinat
(Désert de Libye: Libye, Egypte, Sudan)

1. Introduction
Des Algues aux Monocotylédones
Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique **66** : 223-340 (1997).

2. Dicotylédones
(Aizoaceae à Moraceae)
Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique **67** : 123-216 (1999).

3. Dicotylédones
(Nyctaginaceae à Zygophyllaceae)
Systematics and Geography of Plants **69** : 215-264 (1999).

4. Considérations générales sur la flore et la végétation
Systematics and Geography of Plants **70** : 3-73 (2000).

5. Etude des aires de distribution
Les phytochories
Les chorotypes
Systematics and Geography of Plants **70** : 75-135 (2000).

6. Etude de la végétation
Analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux
Ce volume.

Scripta Botanica Belgica 21

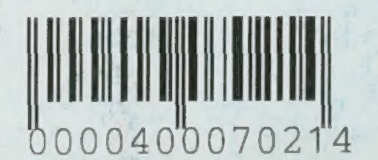
J. Léonard

FLORE ET VÉGÉTATION DU JEBEL UWEINAT

Une mission interdisciplinaire belgo-libyenne, dirigée par l'auteur, a exploré, de manière approfondie, le Jebel Uweinat, massif montagneux isolé au coeur de l'immense Désert de Libye. Ce sixième et dernier volume est consacré à l'analyse phytosociologique et phytochorologique des quinze groupements végétaux mis en évidence. L'auteur expose comment la végétation parvient à s'adapter à des périodes interpluviales de plusieurs années. Ces travaux sur la végétation du Désert de Libye ont été couronnés par le prix Sir George Back décerné par la prestigieuse *Royal Geographical Society* de Londres.



Le Professeur J. Léonard (Université libre de Bruxelles et Jardin botanique national de Belgique) a consacré près de soixante ans à l'étude de la flore et de la végétation de l'Afrique tropicale, ainsi qu'à celles du Sahara oriental et des déserts d'Iran. Systématique, phytosociologie et phytogéographie, trois disciplines pour lui indissociables, ont fait l'objet de plus de trois cents publications. Il a montré l'intérêt de la connaissance des premiers stades du développement des plantules dans l'étude systématique des genres. Après une mission au Tchad, il a fait connaître l'exceptionnelle valeur alimentaire de la Spiruline, algue bleue dont l'utilisation est aujourd'hui très largement répandue. Il a, en outre, décrit de très nombreuses espèces tropicales nouvelles et plus d'une quinzaine de genres nouveaux. Caractérisés par leur clarté et leur grande rigueur scientifique, les travaux du Professeur J. Léonard sont le reflet d'un esprit curieux sans cesse en éveil.



ISBN 90-72619-47-1
ISSN 0779-2387
D/2001/0325/1